

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**

**PROPOSTA PARA A PRODUÇÃO DE ARROZ ECOLÓGICO A
PARTIR DE ESTUDOS DE CASOS NO RS E PR**

SANDRA MARA DE OLIVEIRA SOARES ESCHER

**FLORIANÓPOLIS
2010**

**SANDRA MARA DE OLIVEIRA SOARES
ESCHER**

**PROPOSTA PARA A PRODUÇÃO DE ARROZ
ECOLÓGICO A PARTIR DE ESTUDOS DE
CASOS NO RS E PR**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof^o. Dr. Luiz Carlos Pinheiro Machado
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Adélia Aparecida de Souza Haracenko
Co-orientador: Prof^o. Dr. José Ozinaldo Sena

**FLORIANÓPOLIS
2010**

TERMO DE APROVAÇÃO

SANDRA MARA DE OLIVEIRA SOARES ESCHER

PROPOSTA PARA A PRODUÇÃO DE ARROZ ECOLÓGICO: A PARTIR DE ESTUDOS DE CASOS NO RS E PR.

Dissertação aprovada em 05/11/2010, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof.Dr. Luiz Carlos Pinheiro Machado
Orientador

Prof^a. Dr^a. Adélia Aparecida de Souza Haracenko
Co-orientadora – CGA/UEM

Prof^o. Dr. José Ozinaldo Sena
Co-orientador – CCA/UEM

Prof.Dr. Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho
Coordenador do PGA

BANCA EXAMINADORA

Luiz Carlos Pinheiro Machado
Presidente

Prof. Dr. Alexandre Lenzi
Membro

Prof. Dr. Paul Richard M. Muller
Membro

Prof. Dr. Mario Luiz Vicenzi
Membro

FICHA CATALOGRÁFICA

Escher, Sandra Mara de Oliveira Soares

Proposta para a produção de arroz ecológico: a partir de estudos de casos no RS e PR/ Sandra Mara de Oliveira Soares Escher. – Florianópolis, 2010.

104 f. : il., tabs.

Orientador: Luiz Carlos Pinheiro Machado

Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias.

Bibliografia: f. 94-104

1. Arroz ecológico – teses. 2. Reforma Agrária – teses. 3. Cooperação – teses. I. Título.

Plantando Arroz com Arte

Não é por acaso que os orientais são tão diferentes e admirados. As fotos nos levam a acreditar que há necessidade do: planejamento... da organização... do convívio... das metas... e, enfim, dos resultados!!!



“Tu sabes que os belos fragmentos nada fazem; a unidade, a unidade, tudo está nela”

Gustave Flaubert (1821-1880)

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas merecem meus agradecimentos na contribuição do resultado final dessa pesquisa. Nomear todas é tarefa difícil, mas quero registrar meus agradecimentos sinceros ao professor e orientador Luiz Carlos Pinheiro Machado; pessoa sensível, compreensiva e competente, que respeitou meus limites e ao mesmo tempo deu-me confiança e liberdade no desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores José Ozinaldo Sena, Adélia Haracenko e Rosângela Trida, que contribuíram de forma incansável na revisão e organização deste documento.

Aos membros da minha família: meu pai, pelo seu apoio e encorajamento; minha mãe, que além de seu apoio, com muito amor e dedicação cuidou dos meus filhos nos períodos aos quais precisei ausentar-me na coleta de dados para este trabalho.

Aos meus queridos filhos Tiago e Maria Eduarda, que me ajudaram a superar os momentos difíceis da caminhada.

Ao meu esposo Arlei pelo apoio e companheirismo.

Aos companheiros da Coordenação Política Pedagógica do Mestrado e aos meus companheiros de curso.

Meus sinceros agradecimentos a Delfino Becker, Izaura Becker, João Volkmann, Helena Volkmann, Letícia Volkmann, Huli Zang, Ailton Boza, Emerson Giacomeli, Orestes Ribeiro, André de Oliveira e Juarez Pereira, que me forneceram as informações necessárias para a realização deste estudo.

Estendo meus agradecimentos a Edson Cadore, que contribuiu de forma significativa para este estudo.

Agradeço ao Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, e a todos os militantes das “brigadas” Sebastião da Maia e Sétimo Garibaldi, que assumiram as tarefas na minha ausência, além do apoio para a realização desta pesquisa.

Agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e ao Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas (PGA).

Reconhecimento especial ao Programa Nacional de Educação e Reforma Agrária – PRONERA/MDA, cuja homologação deste Mestrado profissional possibilitou o Edital MCT/CNPq/MDA/INCRA nº 04/2009 – PRONERA que viabilizou as bolsas de estudo.

A todos, fica a expressão dos meus agradecimentos.

RESUMO

O ponto de partida desse estudo foi buscar alternativas sustentáveis que venham substituir a produção de arroz irrigado convencional praticada nos assentamentos Pontal do Tigre e Che Guevara, localizadas no Município de Querência do Norte - PR. A investigação das experiências com o cultivo do arroz ecológico foram realizadas na região metropolitana de Porto Alegre-RS, tomando-se como referência a produção de arroz ecológico nas unidades produtivas da Cooperativa de Produção Agropecuária dos Assentados de Nova Santa Rita Ltda - COOPAN, localizada no Assentamento Capela, no município de Nova Santa Rita, a Cooperativa de Produção Agropecuária dos Assentados de Tapes Ltda. - COOPAT, localizada no assentamento Lagoa do Jungo, município de Tapes, o Assentamento Filhos de Sepé, localizado no município de Viamão, mas valendo-se também de outras experiências como a produção biodinâmica na Fazenda Capão Alto das Criúvas e no mesmo sentido, investigar uma experiência mais recente, porém não menos significativa, em uma unidade produtiva do Assentamento Pontal do Tigre, localizado no município de Querência do Norte (PR). Neste trabalho, realizou-se o levantamento de dados através da pesquisa de campo, com a aplicação de entrevistas aos sujeitos do processo: agricultores e técnicos. Além do trabalho de campo, paralelamente, estudou-se a fisiologia do arroz, que robusteceu a base científica do trabalho. A pesquisa revelou a possibilidade de produzir arroz irrigado em um contexto sustentável, condizente com a realidade dos agricultores assentados pela Reforma Agrária. Proposta essa que pode ser desenvolvida exitosamente em qualquer escala. A experiência do Grupo Gestor do Arroz Ecológico – GGAG demonstrou que a cooperação pode constituir-se como uma ferramenta organizativa relevante, com capacidade para realizar a gestão de toda a cadeia produtiva e oferecer resultados competitivos e qualificados. As técnicas estudadas mostraram que o sistema pré - germinado, associado à gestão e manejo da água de irrigação, assim como o cultivo de peixes na mesma área , ou uso de marrecos de Pequín, são práticas sustentáveis possíveis em áreas de várzea. Sendo que a manutenção da vegetação na área contribui para a manutenção da biodiversidade. Assim, a produção de base ecológica proporciona aos agricultores melhor retorno econômico.

Palavras-chave: Arroz ecológico. Reforma Agrária. Cooperação.

ABSTRACT

Proposal to ecological rice production from case studies in RS and PR. The starting point of this study was to find sustainable alternatives that could be able to replace the conventional irrigated rice production practiced in the settlements Pontal do Tigre and Che Guevara, based in Querência do Norte, in Paraná State. The investigation of experiences with ecological rice cultivars were accomplished in the metropolitan region of Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, taking as a reference the ecological rice production in the productive units of Nova Santa Rita Agricultural Production Cooperative – COOPAN, located in Capela Settlement, in Nova Santa Rita town, Tapes Cattle-raising Cooperative – COOPAT), situated in Lagoa do Jungo Settlement, in Tapes town, as well as in Filhos de Sepé Settlement, based in Viamão town, all of them in Rio Grande do Sul State. Yet, this study has also drawn on other experiences such as biodynamic production at Capão Alto das Criuvas farm and, in the same way, it has investigated a significant experience into a productive unit of Pontal do Tigre settlement, located in the town of Querência do Norte – Paraná. In this study, the data survey was carried out through field survey using interviews with the subjects involved in the process: farmers and technicians. Besides the field work, the rice physiology was studied at the same time, which strengthened the study scientific bases. The research revealed the possibility of producing irrigated rice in a sustainable context, in agreement to the reality of local farmers who were settled by Agrarian Reform. And this proposal can be successfully developed on any scale. The experience of Ecological Rice Managing Group – GGAG shows that the cooperation can be a relevant organizational tool, capable of carrying out the entire production chain management and of delivering competitive and qualified yields. The techniques studied show that the pre-germinated system are sustainable practices in lowland areas when associated with the irrigation water management and handling, as well as the fish culture in the same area or the use of Peking ducks. The vegetation maintenance in the area contributes to the biodiversity maintenance. The production of ecological basis offers farmers better economic outcome.

Key-words: Ecological rice. Agrarian Reform. Cooperation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Morfologia Foliar do Arroz.....	17
Figura 2	Partes da Espigueta do Arroz.....	18
Figura 3	Estrutura dos Grãos de Arroz	19
Figura 4	Período Crítico da Radiação Foliar no Arroz.....	23
Figura 5	Localização do Município de Querência do Norte na Microrregião Geográfica de Paranavaí.....	31
Figura 6	Região Metropolitana de Porto Alegre	36
Figura 7	Semente pré-germinada	53
Figura 8	Preparo do solo com rodas gaiola e alisador (rodinho).....	56
Figura 9	Semeadura do arroz pré- germinado	57
Tabela 1	Estrutura de secagem e armazenagem	77
Figura 10	Embalagem do arroz orgânico	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCAR	Associação Brasileira de Créditos e Assistência Rural
APA	Área de Proteção Ambiental
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical - Colômbia
CIMMYT	Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo - México
COCEARGS	Cooperativa Central dos Assentados do RS
COMAFEN	Consórcio Intermunicipal de APA das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
COOPAN	Cooperativa de Produção Agropecuária de Nova Santa Rita/RS
COOPAT	Cooperativa de Produção Agropecuária de Tapes/RS
COPTEC	Cooperativa de Prestação de Serviços Técnicos Ltda
COTAP	Cooperativa Regional dos Assentados da Região de Porto Alegre
EEA	Estação Experimental de Arroz/IRGA/Cachoeirinha/RS
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMBRATER	Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural
FAEAB	Federação das Associações de Engenheiros Agrônomos do Brasil
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental/RS
FFF	Fluxo Fotônico Fotossintético
FMI	Fundo Monetário Internacional
GGAE	Grupo Gestor do Arroz Ecológico
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IAPAR	Instituto Agrônomo do Paraná
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IRGA	Instituto Riograndense de Arroz
IRRI	Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz/Filipinas
MST	Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra
PRONAF	Programa Nacional de Crédito para Agricultura Familiar
RFA	Radiação Fotossintética Ativa
SEMA	Secretaria Estadual do Meio Ambiente
SPCMA	Setor de Produção, Cooperação e Meio Ambiente
TAC	Termo de Ajuste de Conduta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	JUSTIFICATIVA.....	12
1.2	HIPÓTESE DA PESQUISA.....	14
1.3	OBJETIVOS.....	14
1.3.1	Objetivo Geral	14
1.3.2	Objetivos Específicos	14
2	BIOLOGIA DO ARROZ	15
2.1	CICLO BIOLÓGICO DO ARROZ.....	19
2.1.1	Desenvolvimento da plântula	19
2.1.2	Desenvolvimento das etapas vegetativas	20
2.1.3	Desenvolvimento das etapas reprodutivas	20
2.2	ASPECTOS DA FISIOLÓGIA DURANTE O DESENVOLVIMENTO DO ARROZ.....	21
2.3	NUTRIÇÃO DO ARROZ.....	27
3	METODOLOGIA	30
3.1	METODOLOGIA DA COLETA DE DADOS A CAMPO.....	30
3.1.1	Localizações, aspectos físicos e ambientais do município de Querência do Norte (PR)	31
3.1.2	Característica da produção de arroz irrigado nos assentamentos de Querência do Norte (PR)	34
3.1.3	Localização, aspectos físicos e ambientais da região metropolitana de Porto Alegre (RS).....	36
3.1.4	Características da Produção de Arroz Irrigado no Rio Grande do Sul: Antecedentes históricos.....	37
3.1.5	Os assentamentos e a produção do arroz irrigado.....	38
3.1.6	Locais identificados com a produção do arroz irrigado	40
4	RESULTADOS	44
4.1	A EXPERIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE ARROZ ECOLÓGICO: ASPECTOS ORGANIZATIVOS.....	44
4.2	A PRODUÇÃO DO ARROZ ECOLÓGICO.....	50
4.2.1	Ecossistema Banhado e Monocultivo do arroz	50
4.2.2	A Produção	51

4.2.2.1	Sistematização do terreno.....	51
4.2.2.2	Sistema pré-germinado.....	52
4.2.2.3	Preparo do solo e manejo da água de irrigação.....	53
4.2.2.4	Manejo pós semeadura e irrigação.....	57
4.2.2.5	Época de semeadura.....	59
4.2.2.6	Cultivares utilizados e produção de sementes.....	60
4.2.2.7	Nutrição das plantas.....	62
4.2.2.8	Plantas indicadoras.....	65
4.2.2.9	Parasitas e doenças do arroz.....	66
4.2.2.10	Vegetação ao entorno.....	67
4.2.2.11	Marreco de Pequim.....	69
4.2.2.12	Rizipiscicultura orgânica.....	70
4.2.2.13	Colheita e secagem.....	75
4.2.2.14	Custo de produção.....	76
4.2.2.15	Infraestrutura, comercialização e certificação.....	77
5	DISCUSSÃO	80
5.1	ORIENTAÇÕES PARA OS ASSENTAMENTOS	91
6	CONCLUSÕES	93
	REFERÊNCIAS	94

1 INTRODUÇÃO

O arroz é um dos alimentos mais disponível, com preço acessível à maioria da população e possui características nutricionais interessantes (RABELO; BRONDANI; RANGEL, 2002). Essa planta é cultivada em vários continentes, situados em regiões temperadas e tropicais, a Ásia é a maior produtora, produz 90% da produção total mundial e China, Índia e Indonésia são os maiores produtores de arroz (MENDEZ DEL VILLAR, 2002).

A lavoura orizícola tem grande importância econômica para o Brasil (BRASIL..., 2008). Em 2000 sua produção representou R\$ 3,34 bilhões, 6,7% do valor bruto da produção agrícola nacional (R\$ 49,75 bilhões). A orizicultura irrigada é responsável por 65% da produção nacional, porém, com baixa rentabilidade, devido ao alto custo de produção e distorções de mercado. Segundo Agronorte (2010) a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, na safra 2009/2010, foram colhidos entre 11,958 a 12,180 milhões de toneladas, com produtividade média brasileira de 4.083 kg/ha.

Apesar da importância socioeconômica do arroz para o Brasil, a lavoura arrozeira irrigada produzida no sistema convencional, tem sido apontada como possível contaminante do ambiente, pela utilização intensa de agroquímicos que, além disto, determinam altos custos produtivos, inviabilizando muitos agricultores, em especial, os pequenos agricultores (NOLDIN et al., 2004).

O ponto de partida desse estudo foi a produção de arroz irrigado convencional nos assentamentos Pontal do Tigre e Che Guevara, localizados no município de Querência do Norte e a busca de alternativas que sirvam como referência para propostas que venham a substituir o modelo vigente nestes assentamentos.

Pretendeu-se investigar a produção ecológica de arroz irrigado na região metropolitana de Porto Alegre-RS, tomando-se como referência a produção de arroz ecológico nas unidades produtivas da Cooperativa de Produção Agropecuária dos Assentados de Nova Santa Rita, RS Ltda - COOPAN, localizada no Assentamento Capela, no município de Nova Santa Rita, a Cooperativa de Produção Agropecuária dos Assentados de Tapes Ltda. - COOPAT, localizada no assentamento Lagoa do Jungo, município de Tapes, RS o Assentamento Filhos de Sepé, localizado no município de Viamão, RS, mas valendo-se de outras experiências como a produção biodinâmica na Fazenda Capão Alto das Criúvas e no mesmo sentido, investigar uma experiência mais recente, porém não

menos significante, em uma unidade produtiva do Assentamento Pontal do Tigre, localizado no município de Querência do Norte (PR).

O estudo nos locais citados reúne informações que comprovam a possibilidade de produzir arroz irrigado em um processo sustentável, condizente com a realidade dos agricultores assentados pela Reforma Agrária.

1.1 JUSTIFICATIVA

A produção de arroz, nos assentamentos de Reforma Agrária no Noroeste do Paraná, salvo poucas exceções, está baseada no pacote tecnológico influenciado pelo modelo de desenvolvimento denominado “Revolução Verde”.

A “Revolução Verde” teve como objetivo obter produtividades máximas nas diversas culturas (inclusive arroz) em situações ecológicas distintas. Mas, seu objetivo real foi a maximização dos lucros dos setores industriais e financeiros com a introdução da produção capitalista no campo. Desconsiderou-se a proteção e melhoramento do ambiente, utilizando: mecanização intensiva, uso maciço de produtos de síntese química, monocultivos e a concentração e elitização da produção. Tentou-se controlar as condições naturais, por meio da artificialização do ambiente. O resultado dessas práticas foram consequências negativas, resultando assim, em problemas sociais, econômicos, ambientais e técnicos (GLIESSMAN, 2001).

Segundo Brum (1988) este modelo de desenvolvimento está imerso nos complexos agroindustriais, em que o setor agrícola fica a mercê do setor industrial onde, por um lado esse setor é o fornecedor de insumos e equipamentos básicos, como adubos químicos, agrotóxicos, maquinários e por outro, realiza a transformação e comercialização dos produtos, através das agroindústrias como: extração de óleo, laticínios, frigoríficos e outras corporações multinacionais, isto é, ao final, o capital financeiro controla toda a cadeia produtiva, desde a semente até a comercialização do produto final.

O modelo da “Revolução Verde” continha uma complexidade incompreensível para os agricultores que não tiveram qualquer participação na sua elaboração. Para completar o quadro, o sistema bancário, através de regulamentação exarada pelo Banco Central, só concedia créditos altamente subsidiados, mediante um pacote baseado na “Revolução Verde”. O financiamento só era liberado se os denominados “insumos modernos” estivessem contemplados e os valores eram liberados diretamente na conta dos fornecedores e o

agricultor não via o dinheiro. O modelo foi imposto ao pequeno agricultor, que necessitava de recursos para a produção. Assim esses agricultores foram absorvidos pelo sistema. É importante ressaltar que parte dos “êxitos produtivos espetaculares” foram devido à aplicação de fertilizantes solúveis em solos ricos de matéria orgânica, ou sob altas calagens, solos com história milenar sem qualquer agressão.

Nos assentamentos Pontal do tigre (326 famílias) e Che Guevara (70 famílias), localizados no município de Querência do Norte-PR, o cultivo do arroz irrigado realizado nos moldes da “Revolução Verde” é apontado como a cultura que vem causando maior impacto sobre o ambiente, com utilização massiva de agrotóxicos que, ao serem aplicados, atingem a água drenada que é descarregada nos rios, contaminando a cadeia alimentar (COMAFEN, 2000).

Este modelo de cultivo do arroz exige altos investimentos pelos agricultores. No caso dos assentados, o apoio irrisório de investimentos através do Programa Nacional de Crédito para Agricultura Familiar – PRONAF não garante as condições para cobrir os custos da atividade. Consequentemente muitos produtores recorrem a empréstimos suplementares, junto aos comerciantes e industriais do arroz da região, fornecidos em condições desvantajosas, com a obrigatoriedade contratual do rizicultor de pagar a sua dívida, com parcela da produção em uma data estipulada, em geral coincidindo com o período de safra, quando os preços do arroz são baixos. O comerciante-financeiro atua nos moldes clássicos do usuário, cobrando taxas de juros muito acima das vigentes no mercado. Assim esse atravessador abastece o agricultor de produtos não produzidos pelo rizicultor com preços sobrevalorizados (BESKOW, 1986).

Como resultado a atividade não produz retorno capaz de cobrir os custos da lavoura, havendo um endividamento crescente, que leva uma parte dos agricultores a arrendar suas parcelas, ou a desistir da reforma agrária.

Em contrapartida, os assentamentos Che Guevara e Pontal do Tigre estão inseridos na Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná e de acordo com a Resolução/Conama/nº 010 de 14 de setembro de 1988, em seu Art. 1º, § - Para os efeitos desta resolução, não é permitida nessas zonas a utilização de agrotóxicos.

Por outro lado no Estado do Rio Grande do Sul, assentamento da região metropolitana de Porto Alegre tem desenvolvido experiências relevantes na produção ecológica do arroz irrigado.

1.2 HIPÓTESES DA PESQUISA

A hipótese que centraliza essa pesquisa é a existência da produção do arroz irrigado ecológico em assentamentos promovidos pela Reforma Agrária e a possibilidade de sua generalização.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Investigar experiências de produção ecológica de arroz irrigado pré-germinado ecológico em unidades produtivas e reunir informações que comprovem a possibilidade da produção sustentável, condizente com a realidade dos agricultores assentados.

1.3.2 Objetivos específicos

Buscar uma matriz produtiva alternativa ao sistema convencional de produção de arroz irrigado vigente em Querência do Norte.

Compreender as relações sociais, econômicas e ambientais do processo produtivo do arroz irrigado ecológico realizado pelo Grupo Gestor do Arroz Ecológico – GGAE.

Apresentar um roteiro das etapas produtivas do arroz ecológico.

2 BIOLOGIA DO ARROZ

O arroz é uma gramínea anual, adaptada tanto em solos alagados como em áreas secas, de sistema radicular fasciculado, colmos redondos e ocos, folhas com limbo foliar plano e inflorescência tipo panícula. O porte das plantas pode variar de 0,4 m nos cultivares anões, até mais de 7,0 m nos cultivares flutuantes (SOSBAI, 2007).

O gênero *Oryza*, possui cerca de 20 espécies conhecidas, desde perenes e anuais, distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais da Ásia, Europa, Austrália e Américas do Sul, Central e Norte. Das espécies existentes, somente duas são cultivadas, *Oryza sativa* L. e *Oryza glaberrima* Steud, esta última estabelecida na região oeste da África e que vêm sendo substituída pela primeira. A *Oryza sativa* L, pelas evidências disponíveis acredita-se ser oriunda do sudoeste asiático. Esta espécie subdivide-se em diversos grupos ou subespécies, algumas são: *indica*, com grãos longos e finos; *japonica*, com grãos curtos e arredondados; *javanica*, com grãos longos e espessos (EPAGRI, 2002, p.11).

A planta de arroz divide-se em órgãos vegetativos, compreendendo raízes, colmos, folhas e órgãos reprodutivos, constituídos por flores e sementes (EMBRAPA, 1985).

O arroz apresenta duas classes de raízes: raiz seminal ou temporária e raízes adventícias ou permanentes. A primeira a aparecer é a raiz seminal, de duração temporária. Desenvolve-se a partir do promeristema da raiz do embrião, é mais grossa que as demais e tem função primordial de absorção de água. Sua formação é seguida pelas adventícias, originárias dos nós inferiores dos colmos jovens. As raízes adventícias iniciais são brancas, pouco ramificadas e relativamente grossas, à medida que a planta se desenvolve, tornam-se alongadas, finas, flácidas e ramificadas (EPAGRI, 2002).

As raízes são formadas por três regiões: meristemática, de alongamento e dos pelos absorventes. Na região meristemática, ocorre a divisão celular, que introduz novas células nas regiões superiores do sistema radicular. Na região do alongamento ocorre o alongamento celular, e a região dos pelos absorventes é formada por células maduras. É nessa região que se dá a absorção de água e nutrientes. (GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002).

O colmo é composto por um ramo principal e um número variável de colmos primários e secundários, ou perfilhos.

Os perfilhos formam-se alternadamente no colmo principal. Os primários originam-se na base das folhas de cada nó não alongado. Estes por sua vez produzem perfilhos secundários, que dão origem aos terciários. É no estágio de quatro a cinco folhas que começa o perfilhamento, indo até o estágio de três folhas. É o colmo principal que fornece nutrientes aos perfilhos, e nem todas as gemas axilares desenvolvem perfilhos (RAMOS et al., 1985; GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002).

As folhas são distribuídas de forma alternada ao longo do colmo fixam-se a ele pela bainha. A folha denominada “perfilho” ou folha “incompleta” é a primeira que surge do coleóptilo. Esta é diferente das demais porque é cilíndrica, não possui lâmina e está constituída por duas brácteas. A partir das gemas situadas nos nós que se originam as demais folhas, cada folha de um nó. Acrescenta-se que de oito a 14 folhas se originam do colmo principal, sendo a folha bandeira a última a sair do colmo, esta situada imediatamente abaixo da panícula, é a mais curta e larga (RAMOS et al., 1985; GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002).

A folha quando completa é composta por bainha, colar e lâmina foliar. A bainha é formada dos nós, onde há um engrossamento, chamado de pulvino, que é uma protuberância situada acima do ponto de união da bainha com o colmo, sendo em alguns casos confundido com o nó (EMBRAPA, 1985).

A bainha pode apresentar feixes vasculares e espaços vazios grandes e bem desenvolvidos. As folhas nesses espaços vazios fazem a conexão dos estômatos com as raízes. Os espaços vazios do colmo são denominados de “aerênquimas”. Este sistema de conexão permite o aporte de oxigênio às raízes da planta em ambiente inundado (GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002).

A lâmina da folha ou limbo é a parte pendente da folha. É linear, com largura e comprimento variáveis, dependendo do cultivar, com nervura central proeminente. Nelas estão os feixes vasculares e espaços vazios. Os estômatos estão nas duas faces da folha. A lâmina foliar pode apresentar pelos e pigmentação com antocianina, em toda a superfície, ou apenas, nas margens (RAMOS et al., 1985).

Na junção da bainha e a lâmina, encontra-se o colar. No colar emergem dois pequenos apêndices transversais em forma de orelhas, denominados de aurículas, e uma terceira estrutura membranosa em

forma de língua, denominada lígula (GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002).

A presença de aurículas e lígula são úteis para diferenciar o arroz no estágio inicial de desenvolvimento do capim arroz (*Echinochloa* spp), que carece desses apêndices (EMBRAPA, 1985).

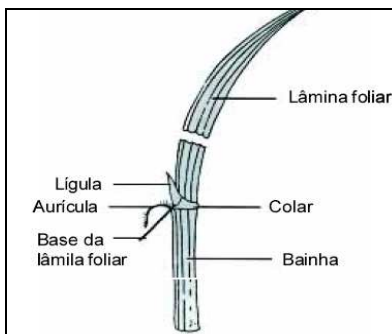


Figura 1 - Morfologia Foliar do Arroz

Fonte: Vergara (1979) apud Guimarães; Fageria; Barbosa Filho (2002).

A inflorescência do arroz é uma panícula, situada no ápice do caule, no último entrenó do colmo (RAMOS et al., 1985).

A panícula é composta pelo ráquis ou eixo principal que é oco, possui de oito a dez nós. Desses saem as ramificações e dessas as ramificações secundárias. Nos nós das ramificações primárias e secundárias desenvolvem-se os pedicelos, e em suas extremidades, desenvolvem-se as espiguetas (GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002).

A espiguetas é a unidade básica da inflorescência. Está unida a ramificações por meio de pedicelo. Teoricamente a espiguetas do gênero *Oryza* compõe-se de três flores, porém, somente uma se desenvolve (RAMOS et al., 1985).

A espiguetas é formada por um par de glumas estéreis, uma ráquila, duas glumas florais que por sua vez envolvem a flor do arroz. Na flor há duas glumas florais, são a lema e a pálea. A lema tem formato de barco com cinco nervuras, a pálea em posição oposta a lema tem três nervuras. Juntas formam a casca do arroz (EMBRAPA, 1985).

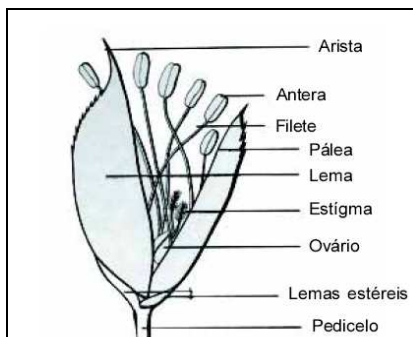


Figura 2 - Partes da Espigueta do Arroz
 Fonte: Vergara (1979) apud Gimarães; Fageria;
 Barbosa Filho 2002.

A flor do arroz consta de pistilo, estames e lodículas. O pistilo é a parte feminina. É formado pelo estigma, estilete e ovário (GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002)

O ovário é constituído por uma cavidade simples, contendo um óvulo em seu interior. O estilete é curto e termina em um estigma duplo, plumoso, onde os grãos de pólen são depositados. A parte masculina é composta por antera e filete. A antera contém os grãos de pólen. O estilete, com função conectiva, liga a antera à base da flor (RAMOS et al., 1985).

Segundo os mesmos autores a semente do arroz é um ovário maduro, fecundado, seco e indeiscente. A casca é formada pela lema e pálea, com suas estruturas associadas (glumelas, ráquila e arista), a lema é maior que a pálea e as laterais da lema revestem as laterais da pálea.

O endosperma, que é a fonte de energia para o embrião, é constituído por dois tipos de amido: amilose e amilopectina (EMBRAPA, 1985).

As glumas ou glumelas encontram-se no pericarpo e outras camadas de células denominadas: testa ou tegumento, nucela e aleurona. As células da aleurona são ricas em proteínas e lipídios (RAMOS et al., 1985).

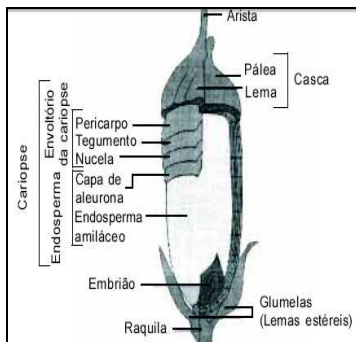


Figura 3: Estrutura dos Grãos de Arroz

Fonte: Juliano (1984) apud Guimarães; Fageria; Barbosa Filho 2002.

Além dos aspectos morfológicos do arroz, são relevantes neste estudo as considerações sobre o “ciclo biológico” da planta, tema apresentado a seguir.

2.1 CICLO BIOLÓGICO DO ARROZ

As etapas do desenvolvimento da planta assimilam mudanças fisiológicas e morfológicas importantes para a planta. A duração de cada etapa é função do cultivar: época da semeadura, região de cultivo e das condições de fertilidade do solo. “O ciclo completo pode durar de 100 a 140 dias na maioria dos cultivares”. Assim o ciclo biológico do arroz é dividido em: desenvolvimento da plântula; desenvolvimento das etapas vegetativas e desenvolvimento das etapas reprodutivas (RAMOS et al., 1985; SOSBAI, 2007).

2.1.1 Desenvolvimento da plântula

A germinação da semente pode ser dividida em embebição e estádios de crescimento pós-germinação. A semente saturada com água, embebida, atinge umidade de 25 a 35%. Esta absorção de água não é influenciada nem pela temperatura, nem pela respiração e sim, por enzimas. A plântula após a emergência depende totalmente das reservas energéticas, das proteínas e minerais armazenadas no grão (RAMOS et al., 1985; SOSBAI, 2007).

2.1.2 Desenvolvimento das etapas vegetativas

Esse processo acontece de sete a oito dias, onde se inicia a fotossíntese. A absorção de minerais ocorre com a independência da semente.

O perfilhamento é a etapa mais longa, leva de 45 a 90 dias. Os perfilhos primários emergem do primeiro ao sexto nó do colmo da planta, ou colmo principal e após o desenvolvimento de cada perfilho primário, emergem os secundários, no primeiro, segundo e terceiro nó. E os terciários saem do primeiro nó dos perfilhos secundários. É nesta etapa que as raízes adventícias se desenvolvem, com sincronismo com os perfilhos emergidos (SOSBAI, 2007).

Levando-se em conta o tipo de cultivar, o sistema de cultivo e as condições ambientais, o número máximo de perfilhos é de mil por metro quadrado, mas o perfilhamento útil, com panículas, é de 450 a 500. O alongamento do colmo inicia quando o entrenó superior do colmo principal começa seu crescimento visível. Em cultivares não sensíveis ao fotoperíodo, ou porte baixo, o entrenó do colmo principal alonga-se de um a três centímetros antes de ser visível à panícula. (RAMOS et al., 1985)

2.1.3 Desenvolvimento das etapas reprodutivas

A fase reprodutiva engloba as etapas que vão desde o início da formação do primórdio floral até a floração (EPAGRI, 2002; RAMOS et al, 1985).

A formação do primórdio floral - Inicia-se com a diferenciação do meristema no ponto de crescimento do colmo principal, nos cultivares de ciclo curto, insensíveis ao fotoperíodo. Esta etapa pode sobrepor-se com as etapas de alongamento do colmo e com o estágio de máximo perfilhamento. Nos cultivares sensíveis ao fotoperíodo a formação da panícula deverá acontecer somente quando as plantas forem expostas há dias curtos. Nesta etapa a folha treze emerge totalmente, e as seis primeiras folhas fenecem , permanecendo apenas sete. Esta etapa pode ser influenciada pelo frio, falta de água ou carências nutricionais.

Desenvolvimento da panícula - O primórdio da espiguetas diferencia-se e forma com o raquis a inflorescência (panícula), crescem dentro da bainha da folha bandeira, chamado de “emborrachamento”. É durante a diferenciação do primórdio das espiguetas que se define o número de espiguetas (grão) por panícula. Quando o colo da folha

bandeira e da folha precedente estiverem no mesmo nível, ocorre a meiose nas flores da metade da panícula.

Floração - Ocorre a emergência da panícula, através da bainha da folha bandeira. Começa a antese das flores situadas no terço superior da panícula. A antese é caracterizada pela saída das anteras de coloração esbranquiçada da lema e da pálea. Ocorre geralmente entre as 10 e 14 horas do dia, e a flor permanece aberta por um período inferior que três horas. As flores situadas no meio e terço inferior da panícula abrem-se nos dias subsequentes, levando de 5 a 10 dias para todas as espiguetas de uma mesma panícula completarem a antese. A planta de arroz é normalmente autógama, mas a polinização cruzada pode ocorrer, geralmente em torno de 1%. A polinização pode ocorrer antes da abertura das glumas, porém geralmente o pólen é liberado quase no momento da antese. O grão de pólen é viável somente por cinco minutos depois da saída da antera, enquanto que o estigma se mantém fértil durante três a sete dias.

Fase leitosa do grão - Após a fertilização das flores, os carboidratos armazenados são deslocados rapidamente dos talos e de outras partes da planta para os grãos.

Maduração - De 30-40 dias, inicia-se a polinização. Quando o conteúdo de água é menor que 20%, a panícula encurva para baixo.

Contemplado os aspectos básicos da morfologia e do ciclo biológico do arroz, no item subsequente será mencionado alguns aspectos relevantes da fisiologia durante o desenvolvimento do arroz.

2.2 ASPECTOS DA FISIOLOGIA DURANTE O DESENVOLVIMENTO DO ARROZ

Esta revisão da fisiologia do arroz tem como objetivo abordar aspectos fisiológicos que, direta ou indiretamente, influenciam na habilidade das plantas de arroz ao longo de seu desenvolvimento. Os processos fisiológicos iniciam-se na fase germinativa.

Durante a germinação do arroz e presença de umidade, são liberadas enzimas pela aleurona, para promover a degradação do amido.

O embrião da semente do cereal está rodeado por reservas alimentícias presentes nas células metabolicamente inativas do endosperma; este por sua vez se encontra rodeado por uma delgada capa vivente, que se conhece como capa aleurônica [...] as células da aleurona proporcionam enzimas hidrolíticas que digerem amido,

proteínas, fitina, RNA e centenas de materiais da parede celular presentes nas células do endosperma. Uma das enzimas necessárias para esta digestão é a α -amilasa, que hidroliza amido (SALISBURY; CLEON, 1991, p. 416).

A germinação da semente de arroz depende de fatores intrínsecos e extrínsecos que se interagem, desencadeando o processo vital. Os fatores ambientais que interferem no processo de germinação são basicamente: água, temperatura, oxigênio e radiação solar. O teor de oxigênio no solo determina o tipo de germinação; com alto teor de oxigênio, emerge primeiro a radícula (semeadura em solo seco), com baixo teor de oxigênio emerge primeiro o coleóptilo (solo inundado) (RAMOS et al., 1985).

De sete a oito dias, após germinação, inicia-se o processo de fotossíntese e a absorção de minerais. Este processo ocorre independentemente da semente. A fotossíntese supre parte das exigências nutricionais das plantas – energia, carbono e oxigênio, importantes compostos estruturais e funcionais. O carbono, oxigênio e hidrogênio (da água que penetra pelas raízes) constituem 95% do peso médio da massa verde das plantas (GLIESSMAN, 2001).

O arroz realiza a fotossíntese conhecida como Ciclo de Calvin-Benson também chamada de rota fotossintética C_3 ou fixação do carbono de via C_3 . Nesse tipo de fotossíntese, o processo inicia-se no estroma do cloroplasto onde o dióxido de carbono é fixado pela pentose-fosfato (RuBP). A enzima que catalisa esta reação é a RuBP-carboxilase-oxigenada (Rubisco). O produto desta carboxilação se decompõe em duas moléculas de 3-ácido fosfoglicérico (PGA). Daí a denominação de planta C_3 . Cada molécula contém três átomos de carbono. Em seguida PGA é reduzido em várias reações, consumindo ATP e $NADPH_2$, até gliceraldeído-3-fosfato (GAP), que forma carboidratos com diferentes números de carbono em suas moléculas e vários produtos são formados, como açúcar, ácido carboxílico, aminoácidos, e simultaneamente a Ribulose -1,5-bifosfato (RuBP) é regenerada (LARCHER, 2000).

O ciclo de Calvin-Benson, realizado no cloroplasto, consta de três partes principais: carboxilação, redução e regeneração.

A temperatura de 15-30° é ideal para ocorrência da fotossíntese líquida.

No arroz, como em outras culturas, uma parte do carbono fixado pela fotossíntese, na forma de carboidrato, é por sua vez transformada em biomassa.

A radiação influencia de forma diferente muitos processos do desenvolvimento. Age na germinação, crescimento direcionado e a forma externa da planta. A fase reprodutiva (enchimento das espiguetas) é especialmente influenciada pela radiação.

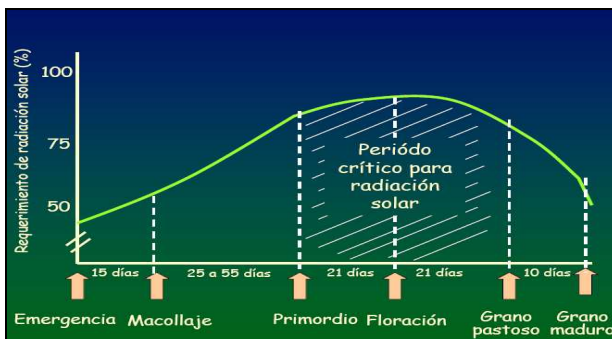


Figura 4 - Período Crítico da Radiação Foliar no Arroz

Fonte: Curso de capacitación en mejoramiento genético del arroz (2007)

Outro fenômeno da fisiologia vegetal importante é a irradiância, que é um fenômeno fisiológico que controla a intensidade de energia solar que chega à planta. Assim, quando a energia solar é intensa, os estômatos fecham. É através da irradiância que ocorre o estímulo aos estômatos, fazendo com que estes se abram novamente. Neste sentido, é importante a arquitetura do dossel, pois a atenuação da radiação vai depender principalmente da densidade da folhagem, do arranjo das folhas no interior da vegetação e do ângulo incidente da radiação.

A luz tem efeito importante sobre os estômatos, independente da fotossíntese.

Em relação ao comprimento na onda de luz que resultam ser mais eficazes para causar a abertura dos estômatos. A luz azul (com comprimentos de onda entre 430 e 460 nm) foi aproximadamente 10 vezes mais eficaz que a vermelha (comprimentos de onda entre 630 e 680 nm) para provocar uma abertura. Uma resposta rápida à luz verde. Os comprimentos de onda que foram eficazes na porção vermelha do espectro resultaram as mesmas que são eficazes na fotossíntese, e os inibidores da fotossíntese eliminaram a resposta a luz vermelha (SALISBURY; CLEON, 1991, p. 81).

O mesmo autor descreve que a luz controla a atividade de cinco enzimas nos cloroplastos de plantas com rota fotossintética C_3 : rubisco, 3-fosfogliceraldeído desidrogenada, 1,6-bifosfato de frutose fosfatase, 1,7-bifosfato de sedoheptulose fosfatase y 5-fosfato de ribulose cinase.

A radiação utilizada pelas plantas se encontra dentro de uma faixa espectral de 380-710 nm e representa 45% da radiação solar total, chamada de Radiação Fotossinteticamente Ativa - RFA.

Sobre RFA, Salisbury e Cleon (1991) salienta que, no limite externo da atmosfera, a radiação total é de 1360 Wm^{-2} (constante solar), valor que sofre variação de aproximadamente 2% devido à órbita solar elíptica da terra. Uma parte desta radiação após atravessar a atmosfera e chegar a terra é perdida por absorção e dispersão, apenas 66% chega até as plantas. Desta porcentagem em torno de 5% é ultravioleta, metade é infravermelho, o restante tem comprimento de onda na faixa espectral de 400 a 700 nm (capaz de induzir a fotossíntese).

Uma parte da RFA se perde quando incide em solo descoberto, que ocorre nas plantas quando jovens antes de formar o dossel.

Para reações fotoquímicas, como a fotossíntese, é importante o número de fótons que se absorve e não apenas a radiação total.

Tanto os fótons da porção azul do espectro, como fótons da sua porção vermelha, são absorvidos pela fotossíntese. Porém, os fótons da porção azul têm o dobro de energia da porção vermelha. Neste sentido é correto expressar o número de fótons como quantidade de luz requerida para a fotossíntese. Desta forma a quantidade de luz requerida para o processo da fotossíntese é expressa pelo Fluxo Fotônico Fotossintético (FFF) (SALISBURY; CLEON, 1991).

As eficiências de produção de biomassa, nas plantas cultivadas, nunca excedem 18% do RFA absorvido. Como descrito, apenas em torno de 40-45% da energia total se encontra no RFA. Portanto a eficiência máxima de toda energia solar é apenas de 8%, e em condições normais, é na ordem de 1% a 2% (SALISBURY; CLEON, 1991).

A temperatura de 10-25°C e níveis atmosféricos normais de CO_2 e O_2 , a eficiência para plantas C_3 (arroz) requerem em torno de 15% de fótons de FFF, para fixar 1 molécula de CO_2 . Temperaturas inferiores e com 2% de oxigênio ou menos, a fotorrespiração das plantas C_3 desaparece, requerem apenas 12 fótons para cada CO_2 que fixa enquanto

¹ Wm^{-2} : Unidade adequada para a Radiação Fotossinteticamente Ativa

que as C₄ requerem nas mesmas condições de 14 a 20 fótons (SALISBURY; CLEON, 1991).

Com temperaturas acima de 30° C, a eficiência da maior parte da C₃ é menor, que nas plantas com rota fotossintética C₄, devido à perda mais rápida de CO₂, por fotorrespiração nas plantas C₃ (LARCHER, 2000).

Para os agricultores é importante a quantidade de energia do RFA, que está nos produtos a serem colhidos, traduzido em Índice de Colheita (IC), que é a porcentagem do peso do produto colhido, dividido pela biomassa total que sai do solo:

$$IC = \frac{\text{Rendimento de grãos}}{\text{Biomassa total}}$$

O arroz alcança índices de colheita de 50%. Programas de cruzamento têm contribuído para IC elevado em cereais (SALISBURY; CLEON, 1991, p. 292).

Em relação ao fotoperíodo, segundo Larcher (2000), o arroz é uma planta de dia neutro, independe da duração do dia para florescer. Sua diferenciação floral inicia-se em resposta aos dias curtos. O fotoperíodo ideal para o arroz situa-se entre 9-10 horas.

Com o solo inundado, a livre difusão de oxigênio atmosférico para o seu interior é interrompida pela lâmina de água. Os microrganismos aeróbicos consomem rapidamente o oxigênio remanescente, enquanto os anaeróbicos multiplicam-se rapidamente. Inicia-se o processo de redução, cuja intensidade é medida pela diminuição do potencial de oxi-redução, chega a valores máximos após quatro semanas de inundação (RAMOS et al. 1985), quando, possivelmente ocorre o ciclo etileno no solo (MACHADO, 2004).

Períodos de inundação prolongados resultam tóxicos para quase todas as espécies, quando não há oxigênio ao redor das raízes, ocorre a anoxia, isto é, condições anaeróbicas por completo. Mesmo a hipoxia (nível reduzido de oxigênio) em espécies não adaptadas pode produzir efeitos prejudiciais, devido à ausência de oxigênio, ocorre demora no transporte do hormônio citocinina das raízes jovens para os brotos. As raízes do arroz na verdade, não são anóxicas, mas hipóxicas. Crescem com nível reduzido de oxigênio. Nas raízes do arroz, ocorre uma adaptação morfológica, produzida após o colapso de algumas células maduras do córtex, são tecidos aéreos chamados de aerênquimas, segundo (SALISBURY; CLEON, 1991).

O aerênquima permite uma difusão mais rápida de oxigênio dos brotos às raízes ajudando na respiração das raízes hipóxicas. A causa para que se forme este tecido parece ser o etileno. Este gás é produzido em quantidades pequenas em muitas partes do vegetal, especialmente quando sofre algum tipo de estresse [...], nos solos inundados **o etileno** se acumula porque não pode difundir-se tão rápido como em solos aerados (SALISBURY; CLEON, 1991, p. 314).

Como observado na citação de Salisbury e Cleon, os autores não discutem, profundamente, o ciclo do etileno. Por outro lado, Widdowson (1993) explica melhor como o processo de redução nos solos saturados, contribui para a nutrição das plantas.

É provável que nesse período ocorra a aeração do gás etileno nos sítios anaeróbicos próximos às raízes, o que poderia explicar um crescimento mais rápido (nesse período); já os períodos prolongados de inundação podem inibir esse processo pela ausência de oxigênio e interrupção do ciclo aeróbico-anaeróbico (MACHADO, 2008).

Em condições de semeadura em água, o coleóptilo emerge primeiro. Esta adaptação faz com que as sementes de arroz germinem em condições de anoxia ou hipoxia.

As sementes destas espécies têm a capacidade pouco comum de produzir ATP mediante uma fermentação rápida durante a anoxia. Estas espécies utilizam este ATP para sintetizar proteínas de maneira muito mais efetiva que as sementes sensíveis ao estresse em questão, as quais são incapazes de fermentar e produzir ATP com tal rapidez. Duas destas proteínas que sintetizam em condições de anoxia são o ácido pirúvico descarboxilasa e desidrogenasa alcoólica, ambas importantes enzimas fermentadoras. A elongação subsequente do sistema de brotação se expõe ao ar, se torna verde fotossinteticamente e transfere oxigênio às raízes, que se tornam menos hipóxicas e crescem (SALISBURY; CLEON, 1991, p. 315).

2.3 NUTRIÇÃO DO ARROZ

Em solo inundado ou saturado, a difusão de oxigênio na água é muito lenta, em consequência, a entrada de oxigênio para o solo alagado é eliminada. Assim ocorre o processo de redução, e o ambiente no solo torna-se anaeróbico. As bactérias anaeróbicas são favorecidas e utilizam as substâncias oxidadas solúveis como receptores de elétrons em sua respiração (EMBRAPA, 1985). Essa condição permite o acúmulo dos gases etileno e metano, esse último é emitido para a atmosfera principalmente pelos aerênquimas das plantas de arroz e pode atingir níveis tóxicos (GLIESSMAN, 2001).

Por outro lado, a inundação permite ao arroz uma disponibilidade de nutrientes provenientes das reações que ocorrem nesses solos.

As principais substâncias que sofrem reações e são reduzidas no solo durante o alagamento são NO^{-3} e os óxidos de Fe e Mn. A fonte de elétrons para estas reações é a matéria orgânica presente no solo, que é consumida pelos microrganismos. Portanto, o nível de redução depende da matéria orgânica e das condições ambientais favoráveis à atividade destes micros organismos, como pH neutro e altas temperaturas.

Toda reação de redução envolve o consumo de íons H^{+} . Consequentemente com o processo de redução em solo ácido, o pH tende a aumentar, até alcançar um equilíbrio em torno de 20 dias após o alagamento do solo. Após este período o pH alcança valores entre 6,5 e 7,0. Por outro lado, grande parte de CO_2 produzido pelos microorganismos é acumulado no solo devido a sua lenta difusão na água, mas quando o CO_2 dissolve-se na água ocorre a produção de íons H^{+} , diminuindo a pH do solo (RAMOS et al., 1985).

Segundo Machado (2002), em solos sobre hipoxia (saturados com água), ocorre a mineralização do nitrogênio orgânico, até a produção de íons amônia, a forma NH_4^{+} se liga aos colóides de argila, sendo menos lixiviado que o nitrato, que são reduzidos a gases N_2 , N_2O .

Em solos inundados aumenta-se a concentração de fósforo, ferro e manganês, atingindo valores máximos nos primeiros 30 dias após inundação e após decrescendo gradualmente. Altas concentrações destes elementos podem deslocar cátions não redutíveis como potássio, cálcio, magnésio e sódio, para a solução de solo (RAMOS et al., 1985).

Quando a irrigação não é contínua podem ocorrer perdas por lixiviação, principalmente do nitrogênio. Com o solo drenado e a presença de ar, ocorre a oxidação deste nutriente, que estava na forma

amoniaco, oxida-se a nitrato e ao inundar o solo novamente, estes nitratos serão lixiviados e desnitrificados (RAMOS et al. 1985).

Na rizosfera, há troca de materiais entre os organismos vivos do solo e as raízes, organismos semelhantes à *Achromobacter*, parecem que promovem uma relação mutualista, onde parte do nitrogênio fixado é absorvida pelas raízes e estas liberam carboidratos que nutrem a bactéria mutualista (LARCHER, 2000).

A maior parte do nitrogênio é fixada (redução) ao solo por microrganismos procariotes (bactérias, cianobactérias e actinomicetos). Alguns encontrados livres no solo ou vivendo em simbiose, nas raízes de certas plantas. O autor considera que os organismos fixadores de nitrogênio de vida livre apresentam capacidade especial de trabalho em locais quentes e permanentemente úmidos, como as cianobactérias presentes em campos de arroz que fixam de 50 a 70 kg de nitrogênio por ha (LARCHER, 2000).

As plantas absorvem grandes quantidades de fósforo quando está disponível e acumulam cerca de 0,25% de fósforo, em seu peso seco. O fósforo é um componente importante de ácidos nucleicos, nucleoproteínas, fitina, fosfolipídios, ATP, e outros compostos fosforilados, inclusive açúcar. É usado na construção do DNA do cromossomo e no RNA dos núcleos e ribossomos (GLIESSMAN, 2001).

No arroz, o fósforo se desloca do tecido vegetal para os pontos de crescimento e no final do ciclo vegetativo desloca-se das folhas e colmos para os grãos. Neste local é utilizado para síntese de amido. Com ausência deste elemento, as folhas ficam azuladas ou permanece verde escura, os pigmentos roxos (antocianinas) tornam-se evidentes no lado de baixo da folha, e ao longo das veias, ou nas pontas das folhas (RAMOS et al., 1985).

O potássio é um importante estimulante da fotossíntese, regulando a intensidade de dióxido de carbono e aumentando a resistência à doença fúngica, na transpiração foliar é um dos reguladores da abertura e fechamento dos estômatos (FURTADO; DE LUCA, 2002). O potássio é absorvido pelas plantas na forma de cátion K⁺, através das raízes, a partir de locais de absorção na matriz do solo, ou dissolvido na solução do solo (GLIESSMAN, 2001).

O arroz contém grandes quantidades de silício, o qual compõe 10 a 20% dos colmos e folhas (RAMOS et al., 1985).

Salisbury e Cleon (1991) observam que sem o silício os problemas são sérios. Em muitas espécies, como arroz, o crescimento global se retrai, aumentando a transpiração em 30%, as plantas perdem a

verticalidade. Quando o silício se acumula nas paredes das células epidérmicas, diminui a transpiração, e as infecções causadas por fungos. Neste sentido, Ramos et al (1985) completam que, quando há carência de silício, as plantas tornam-se susceptíveis às doenças como brusone e mancha parda (*Helminthosporium*).

Segundo o mesmo autor, o silício se acumula principalmente como polímeros de sílica hidratados amorfo, de maneira mais abundante nas paredes primárias e secundárias epidérmicas e de outras células da raiz, talos e folhas, assim como nas inflorescências dos pastos. Também se acumulam no interior das células epidérmicas especializadas conhecidas como células silícicas.

Em 1936, no Estado de Jhaubua, na Índia Central, foram realizados experimentos com a cultura de arroz irrigado em talubes tão salinos que os sais de alumínio flutuavam na superfície. Após aplicar o húmus no solo, produzido pelo processo Indore, as raízes do arroz foram avaliadas 116 dias após a semeadura e foi observado ação micorrízica:

Os tecidos laterais se apresentam bastante robustos, mostrando uma infecção micorrízica tipo endotrófica, bastante generalizada; os espaços ocupados pela micorriza se apresentam opacos, granulados e com ausência de radicelas. As hifas ativas são de grande diâmetro; elas passam facilmente pelas paredes celulares e formam vesículas ou arbúsculos. Estes apresentam os estágios iniciais e finais da digestão. Segundo o que parece, o material granular é rapidamente translocado das células (HOWARD, 2007, p.133).

A referência anterior não deixa dúvidas sobre a associação micorrízica no arroz, como assinalada por Howard. Esta associação micorrízica colabora na resposta positiva do arroz à aplicação de húmus. Porém, segundo Pinheiro, Nasr e Luz (1993) as micorrizas são extremamente sensíveis aos adubos sintéticos.

3 METODOLOGIA

A partir da delimitação e identificados os locais com produção ecológica de arroz, programou-se uma agenda para a pesquisa de campo. Os dados foram coletados através de entrevistas gravadas com as fontes orais. Após a gravação, as entrevistas foram digitadas, resultando no que Meihy (1996, p. 15) chama de “confecção de um documento escrito”.

Salienta o autor que a base da existência da história oral é o depoimento gravado. Neste sentido, pode-se dizer que três elementos constituem a condição mínima da história oral: 1) o entrevistador; 2) o entrevistado; 3) a aparelhagem de gravação (MEIHY, 1996, p. 15).

As entrevistas foram realizadas com questões que permitiam ao entrevistado falar abertamente sobre o assunto. Lançava-se uma questão e deixava-se o entrevistado falar à vontade sobre o assunto. Com esta metodologia, não foi preciso a utilização de um questionário, e conseguiu-se obter as informações e os dados necessários para esse estudo.

Paralelamente à pesquisa de campo, estudou-se a fisiologia do arroz, que robusteceu a base científica deste trabalho.

3.1 METODOLOGIA DA COLETA DE DADOS A CAMPO

No assentamento Pontal do Tigre, na unidade produtiva de Delfino Becker, foram realizadas nove visitas de campo, durante o período de setembro de 2008 a fevereiro de 2010.

Com o mesmo propósito foram realizadas sete viagens ao estado do Rio Grande do Sul. A primeira ocorreu em maio de 2008, no município de Viamão, no assentamento Filhos de Sepé, quando foi entrevistado o engenheiro agrônomo Edson Cadore do Setor de Produção e Cooperação e Meio Ambiente do MST – SPCMA, também ligado à Cooperativa Central dos Assentamentos do RS – COCEARGS.

Em junho de 2008, houve a visita ao Assentamento Filhos de Sepé, no município de Viamão, onde foi entrevistado Huli Zang, que relatou a história da produção do arroz ecológico no assentamento Filhos de Sepé. Nesse mesmo período foi visitada a Cooperativa de Produção Agropecuária de Tapes – COOPAT – localizada no assentamento Lagoa do Junco, no município de Tapes. Ali houve a entrevista com um dos sócios Orestes Ribeiro que relatou sobre a experiência coletiva da produção do arroz ecológico.

3.1.1 Localização, aspectos físicos e ambientais do município de Querência do Norte (PR)

Os assentamentos Pontal do Tigre e Che Guevara, situados no município de Querência do Norte, estão localizados no Extremo Noroeste do Estado do Paraná (HARACENKO, 2002).

A localização do município de Querência do Norte está inserida na figura 5.

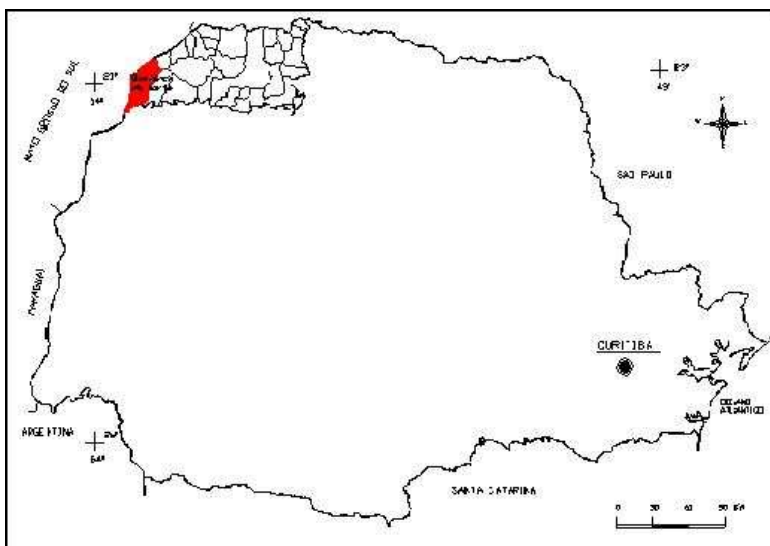


Figura 5- Localização do Município de Querência do Norte na Microrregião Geográfica de Paranavai

Fonte: Haracenko (2002).

O relevo querenciano é plano, com desnivelamento muito pequeno, em geral inferior a 2%, que faz com que o escoamento superficial da água seja praticamente nulo (HENKLAIN, 1994).

A vegetação da área em estudo, pertence à região fitogeográfica da Floresta Estacional Semidecidual. Em anos anteriores, estudos informaram que a cobertura arbórea, nesta região, encontrava-se bem desmatada e mais recentemente, quase a totalidade da Unidade é recoberta por formações pioneiras com influência fluvial, representada pelas várzeas, pântanos e lagoas, ocupadas por vegetação herbácea e, mais raramente arbórea (NANNI, 2008).

Conforme a classificação de Köppen, o clima é definido como Cfa, subtropical, com temperatura do mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico), e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes. Ocorrem geadas com menor frequência que em outras regiões do Estado, com concentração de chuvas nos meses de dezembro a fevereiro (IAPAR, 1994).

A precipitação média anual é de 1200 a 1400 mm, sendo que nos trimestres mais chuvosos (dez/jan/fev) as precipitações são de 440 a 450 mm. Enquanto no trimestre menos chuvoso (jun/jul/ago) as precipitações variam de 200 a 250 mm (IAPAR, 1994).

Em relação à hidrografia, o município de Querência do Norte está inserido na dinâmica do rio Ivaí, que possui uma área de 36.594 km². O rio Ivaí apresenta um percurso total de 685 km, sendo que 240,80 km encontram-se na mesorregião Noroeste, passando pelo extremo sudoeste do território de Querência do Norte, divisa com os municípios de Icaraima e Ivaté (NANNI, 2008).

Fatores ambientais como relevo plano, enchentes ocasionais e flutuações do lençol freático exercem influência nas classes de solos, tornando-os hidromórficos² ou plínticos³. Os solos da região são texturalmente constituídos em sua maioria por areia grossa e areia fina e devido ao constante alagamento nas áreas agrícolas, há preponderância de solos distróficos, provavelmente devido à intensa lixiviação de nutrientes. Também há predominância de solos ácidos, com variações no nível de pH, mas geralmente ácido. Parte desta acidez é atribuída à presença de alumínio nestes solos.

Os solos encontrados no município de Querência do Norte, segundo Bhering e Santos (2008) são:

PVd2 - ARGISSELO VERMELHO Distrofíco típico, textura média/argilosa, A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo suave ondulado e ondulado.

PVe3 – Associação de ARGISSELO VERMELHO Eutrófico típico + GLEISSELO MELÂNICO, todos com textura médio/argilosa, A moderado, fase floresta tropical perenifólia, relevo plano.

² Solos Hidromórficos: Mal drenados, com encharcamento permanente ou intermitente, determinando acumulação de matéria orgânica e gleização, devido às condições redutoras, dando coloração cinzenta. A gleização consiste, principalmente, na redução do ferro. O caráter mosqueado é comum, às vezes devido à alternância de redução-oxidação (IAPAR, 1976. p. 43).

³ Plíntica é definida como uma formação constituída de mistura de material de argila com grãos de quartzo e outros minerais, pobre em C e rica em Fé, ou Fé e Al, que sob vários ciclos de umedecimento e secagem, se consolida irreversivelmente. (GÊNESE..., 2009).

GX1 – GLEISSOLO HÁPLICO indiscriminado, textura argilosa, fase campo tropical de várzea, relevo plano.

LVd18 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo suave ondulado e plano.

LVd19 – LATOSSOLOVERMELHO Distrófico típico, textura média, A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo suave ondulado e plano.

OX1 – ORGANOSSOLO HÁPLICO indiscriminado.

LVe1 - LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média, a moderado, fase floresta subperenifólia, relevo suave ondulado.

O município de Querência do Norte pertence à Área de Proteção Ambiental (APA) das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná, criada pelo Decreto s/n de 30 de setembro de 1997. Esta unidade possui uma área de 107609 ha, localizada nos Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, abrangendo 10 municípios do Estado do Paraná e quatro do Mato Grosso do Sul. Os objetivos específicos da APA é proteger a fauna e flora, especialmente as espécies ameaçadas de extinção; garantir a conservação dos remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual, Aluvial e Submontana, dos ecossistemas pantaneiros e dos recursos hídricos; garantir a proteção dos sítios históricos e arqueológicos; ordenar o turismo ecológico científico e cultural, e demais atividades econômicas compatíveis com a proteção ambiental; incentivar as manifestações culturais e contribuir para o resgate da diversidade cultural regional e assegurar o caráter de sustentabilidade da ação antrópica na região, com particular ênfase na melhoria das condições de sobrevivência e qualidade de vida das comunidades da APA e entorno.

De acordo com a Resolução/Conama/nº 010 de 14 de setembro de 1988, em seu Art. 1º, § - Para os efeitos desta resolução, não é permitida nessas zonas a utilização de agrotóxicos.

Através da Resolução SEMA/SEAB nº 01/05 criou-se um grupo executivo de estudo e trabalho com o objetivo de realizar um diagnóstico sócioambiental e plano de uso e conservação das áreas de várzeas. O grupo de trabalho sugeriu: suspender a incorporação de novas áreas úmidas no Estado do Paraná; permitir, mediante termo de ajustamento de conduta, a continuidade das atividades existentes; estabelecer uma câmara técnica estadual para apoio geral, proposição de soluções e políticas orientadoras.

No mesmo sentido, a resolução conjunta nº 45, de Setembro de 2007, da Secretária do Meio Ambiente-SEMA, Instituto Ambiental do Paraná-IAP e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente-IBAMA, define

critérios para as áreas úmidas e seus entornos protetivos. A resolução estabelece que nas áreas onde já foram realizadas intervenções, os empreendimentos ou proprietários deverão adotar práticas ambientalmente sustentáveis - como eliminar o uso de agrotóxicos, restringir a adubação e uso de calcário para corrigir a acidez do solo.

Excepcionalmente o Art. 4º : poderá ser admitida intervenção em áreas úmidas e em seus entornos, observada a normativa vigente e quando comprovada através de estudos a inexistência de alternativas técnicas e locacionais.

3.1.2 Características da Produção de Arroz Irrigado nos assentamentos de Querência do Norte

A partir da década de 1980, intensificou-se o processo de Reforma Agrária dentro do contexto histórico de Querência do Norte - PR. Este processo teve início com a ocupação da Fazenda Pontal do Tigre, com 8.096,10 há, em 1984 e com ato de emissão de posse, de 22 de outubro de 1995, e que possui 326 famílias assentadas. O Projeto de Assentamento Che Guevara, possui uma área total de 2.453,20 há. O ato de emissão de posse é de 26 de junho de 1997, e tem 70 famílias assentadas (HARACENKO, 2002).

Para os assentamentos da região foi elaborado o Plano de Desenvolvimento Regional. As linhas de produção escolhidas foram: arroz irrigado, bovinocultura de leite, milho, mandioca, café, piscicultura, frutas tropicais e plantas medicinais.

Para os projetos de assentamento Pontal do Tigre e Che Guevara, áreas situadas em solos de várzea, próximas à represa e ao rio Ivaí, foi definida a produção de arroz irrigado como atividade principal.

A partir da criação dos assentamentos na região, a produção do arroz irrigado aumentou de forma gradativa. Vale ressaltar que os agricultores assentados em áreas de várzeas, não tinham domínio sobre o cultivo do arroz. Habitados a trabalhar com culturas de sequeiro, tiveram dificuldades ao manejar as várzeas e a cultura do arroz irrigado, iniciando o cultivo de forma convencional já implantado na região.

Outro agravante é que os assentamentos em áreas destinadas ao arroz irrigado, após aquisição pelo Instituto Nacional de Reforma Agrária INCRA e destinados a Reforma Agrária, não passaram por uma reestruturação nas suas infraestruturas, principalmente aquelas necessárias à produção do arroz irrigado, como reestruturação dos canais de irrigação e drenagem, recuperação das matas ciliares e outros. Essa situação aliada à in experiência por parte dos agricultores em produzir

arroz irrigado, escassez de recursos e adoção da base técnica produtiva da Revolução Verde, dificultam a viabilidade da atividade para os assentados.

A produção ocorreu sem base em pesquisa específica para a região respeitando os aspectos ambientais, econômicos e sociais.

Desde a criação dos assentamentos, as ferramentas técnicas utilizadas na produção do arroz irrigado seguiram os moldes da Revolução Verde, tendo como foco atingir a alta produtividade, com acentuada dependência do crédito rural.

Em Querência do Norte predomina o cultivo de arroz com emprego de sementes pré-germinadas e as principais variedades usadas são aquelas originárias do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e usada no Estado de Santa Catarina. Esta é a EPAGRI 108 que foi originária do CIAT e introduzida no Estado de Santa Catarina como linhagem CT-8008-16-31-3P-M e a EPAGRI 109 que inicialmente foi introduzida no CIAT sob a denominação de linhagem CT-8008-16-10-41-M, resultante do cruzamento CT-7347 com IR- 21015-72-3-3-3-1, tendo sido avaliada pela EPAGRI a partir de 1990 (PROCHNOW, 2002).

Ocorre a utilização expressiva de fertilizantes de síntese química e agrotóxicos. O uso desses insumos, além dos riscos à saúde e danos ambientais, contraria uma condição oficial da APA. Os custos elevados no sistema convencional adotados têm inviabilizado o cultivo⁴. O manejo das áreas tem promovido a aridez do solo, além do monocultivo do arroz, toda a vegetação é retirada, inclusive das taipas, eliminando a emergência de inimigos naturais e contribuindo para perda da biodiversidade.

Diante deste contexto e contradições, os assentamentos Pontal do Tigre e Che Guevara têm construído seu histórico na produção de arroz irrigado, representando aproximadamente 42% da produção total de arroz irrigado produzido no município de Querência do Norte, cultivados em 2310 ha, gerando uma produção de 250.000 sacas de 60 kg, o que deu à Querência do Norte o título de “capital do arroz irrigado do Estado do Paraná”, representando 60% da produção paranaense com aproximadamente 5.500 ha cultivados. São aproximadamente 250 agricultores assentados que tem nesta cultura sua principal fonte de renda.

⁴ A análise dos custos de produção do arroz irrigado no sistema convencional será retomada nos resultados deste trabalho.

Como o município está inserido em Área de Preservação Ambiental - APA, os assentamentos devem elaborar um Plano de Manejo Ambiental. Para isso, os agricultores terão que mudar sua técnica de produção para que possam assim utilizar condutas sustentáveis e ecologicamente corretas e poderem acessar aos créditos oficiais.

3.1.3 Localização, aspectos físicos e ambientais da região metropolitana de Porto Alegre (RS)

Na região metropolitana de Porto Alegre, estão localizados vinte e seis assentamentos.

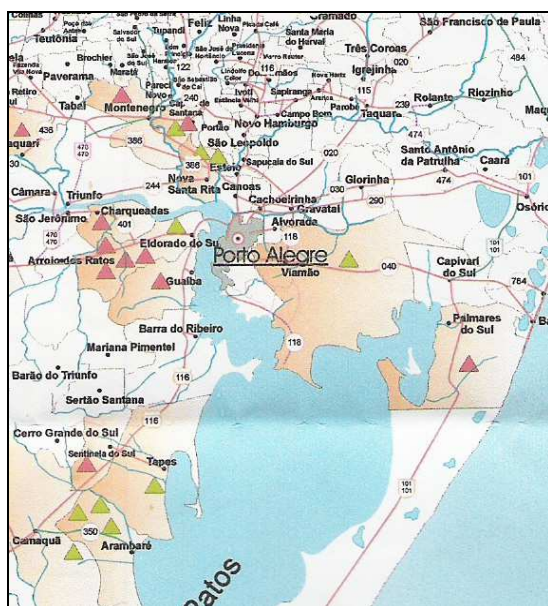


Figura 6 - Região Metropolitana de Porto Alegre

Fonte: Gabinete da Reforma Agrária e Cooperativismo (2003)

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é “Cfa” – é subtropical, úmido sem estiagem, com temperatura média anual mínima de 15 °C e máxima de 24,9°C, temperaturas máximas absolutas já ultrapassaram 40°C. As normais anuais de chuvas são superiores a 1300 mm e inferiores a 1800 mm (MACHADO, 1950; INCRA, 1972).

Os assentamentos da região estão situados nas Bacias Hidrográficas Litorânea, localizadas na porção leste e sul do estado, na região hidrográfica da Bacia do Camaquã e na Bacia Hidrográfica do Guaíba. É nessa última que se localiza a bacia do Rio Gravataí, cuja nascente localiza-se no assentamento Filhos de Sepé, em Viamão e a bacia do Lago Guaíba, onde as águas dos Rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí desembocam no Delta do Jacuí. Formando assim o Lago Guaíba que banha os municípios de Porto Alegre, Eldorado do Sul, Guaíba, Barra do Ribeiro e Viamão (RIO GRANDE DO SUL, 2008).

Os solos encontrados são Planossolo Hidromórfico Eutrófico, típicos de áreas baixas, onde o relevo provoca excesso de água permanente ou temporário, ocasionando, dessa maneira, fenômenos de redução que resultam no desenvolvimento de perfis com cores cinzentas, indicativas de gleização. Presença de horizonte superficial eluvial de textura arenosa ou média, que contrasta abruptamente com o horizonte subjacente B, de elevada concentração de argila. Em geral são solos com limitações, imperfeitamente drenados, com sequência de horizontes A, Bt e C. O horizonte A é do tipo moderado, quase sempre apresentando A2. O horizonte B usualmente tem argila de atividade alta. Também presença dos solos Argissolo Vermelho-amarelo Distrófico (PVAd) (LEMOS, 1973).

3.1.4 Características da Produção de Arroz Irrigado no Rio Grande do Sul: antecedentes históricos

A primeira lavoura de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul foi instalada em 1903 no município de Pelotas e em 1905 iniciou-se a irrigação mecânica em mais duas lavouras no Estado (BESKOW, 1986).

O início da lavoura de arroz irrigado no Estado inseriu-se num contexto específico com características próprias e produção destinada ao mercado interno (BRUM, 1988).

A produção foi em grande escala, com extensas áreas de cultivo, irrigação e preparo do solo, utilizando meios mecânicos com tração animal - bois, emprego de fertilizantes, força de trabalho assalariada, produção voltada para o mercado e arrendamento da terra sob a forma capitalista estruturado a partir de três classes sociais: o arrendatário e capitalista agrícola, o proprietário fundiário e o produtor assalariado. Aliado a esses fatores uma política protecionista do Governo Federal, elevando substancialmente as tarifas sobre o arroz importado, onde o arroz constituiu-se num caso típico de substituição de importação em

sentido estrito, sob proteção tarifária. Nasce, portanto como uma atividade tipicamente empresarial (BESKOW, 1986).

A todos esses fatores acrescentam-se outros fundamentais: as condições favoráveis, representadas pelas áreas de várzeas; clima favorável a acumulação de capital disponível nas mãos dos proprietários de terra, criando condições para uma lavoura em grande escala, de base comercial e com irrigação mecanizada; mão de obra disponível e suficiente para uma lavoura de acentuada necessidade de força de trabalho em todas as fases do processo produtivo (BRUM, 1988).

Em relação às primeiras políticas públicas estaduais que favoreceram a produção capitalista de arroz em escala, foi a ação do Instituto Riograndense de Arroz - IRGA, através da fixação de preços mínimos à produção desde a década de 40, construção de barragens e açudes para a irrigação, construção de engenhos para a industrialização e a comercialização, organização dos serviços de estatísticas e levantamento de custo de produção; formação de estoques reguladores; desenvolvimento de pesquisa agrônômicas, em especial genética, através da Estação Experimental de Cachoeirinha- EEA (BESKOW, 1986).

Nos anos posteriores seguiu-se o modelo modernizante de agricultura, no que diz respeito à produção de arroz irrigado. A criação dos assentamentos no Estado, principalmente aqueles criados em áreas de várzeas, se defrontaram com esse modelo.

3.1.5 Os assentamentos e a produção do arroz irrigado

No Rio Grande do Sul, mais precisamente na região metropolitana de Porto Alegre, existem cerca de 1300 famílias assentadas, com aproximadamente 18.000 há de área agricultável. Desta área aproximadamente 7.000 hectares são propícios ao cultivo do arroz irrigado

Atualmente, 573 famílias estão envolvidas na produção do arroz irrigado. Destas, 211 produzem o arroz irrigado com bases ecológicas e compõem o Grupo Gestor do Arroz Ecológico – GGAE. O restante das famílias produz arroz de forma individual no sistema convencional, sendo que nos últimos anos uma parte delas cedeu sua parcela produtiva ao arrendamento para terceiros.

Com a criação dos assentamentos e liberação dos primeiros créditos a partir de 1994, os assentados em áreas de várzeas do Estado, utilizaram o recurso para estruturar o arroz irrigado. Acreditou-se na sustentação da atividade dentro do modelo convencional.

Em 1996, foi criada a Cooperativa Regional dos Assentados de Porto Alegre - COTAP que contratou créditos e aplicou em equipamentos (colhedadeiras, tratores) e estruturas para assistir os grupos de agricultores que trabalhavam com arroz. Toda a estrutura e o modelo de produção foram voltados ao modelo convencional.

Em 1998 houve uma avaliação e chegou-se a conclusão que o modelo adotado tinha gerado o empobrecimento das famílias; endividamento junto aos bancos, mercados, sucateamento das estruturas (maquinários) usadas no arroz e desarticulação dos grupos em função da crise econômica. Assim, grande parte das famílias começaram a sair da atividade com arroz.

Junto com a falência econômica, aconteceu também a falência organizativa, porque a grande parte da cooperação que tinha na região era conduzida para a produção do arroz. Uma crise financeira iria desestruturar esses grupos e consequentemente todos os aspectos organizativos da produção. Diante do exposto as duas vertentes estão fortemente vinculadas: o econômico e o organizativo. A partir disso que se pensou em realizar a experiência do arroz ecológico.

A conclusão a que chegaram à época foi que não poderia ocorrer mudança do modelo sem mudança das ferramentas. Realizar as experiências isoladas da cooperativa seria alvo de críticas. A cooperativa regional deveria ser a fomentadora desta experiência.

Decide-se então que a cooperativa não seria mais prestadora de serviços. Dessa forma assumiria o compromisso de fazer as primeiras lavouras de arroz ecológico: todas as estruturas da cooperativa foram direcionadas a auxiliar na produção orgânica.

Em 1998/1999, alguns agricultores iniciaram pequenas experiências na área do arroz ecológico. Experiências essas no assentamento Capela, junto à cooperativa COOPAN, no assentamento Lagoa do Junco, na COOPAT, localizada em Tapes; experiências com a rizipiscicultura orgânica. Já nos assentamentos novos como Filhos de Sepé, localizado em Viamão, as discussões se iniciaram já no acampamento.

A partir de 2002-2003, iniciou-se uma discussão mais consistente de mudança de modelo. Já de posse de algumas experiências, estabeleceu-se a formação do Grupo Gestor do Arroz Ecológico-GGAE, que nasceu a partir de uma necessidade bem concreta, “como se faz a produção ecológica do arroz?”, já que não havia qualquer indicação da pesquisa oficial e não se tinha receita nem modelo pronto. Diante do exposto o primeiro passo foi validar, ir construindo as experiências e, a partir dos erros, avançar nas mudanças.

3.1.6 Locais identificados com produção do arroz irrigado ecológico

Assentamento Filhos de Sepé

O assentamento Filhos de Sepé, localizado no Município de Viamão (RS), com 376 famílias assentadas foi criado em 1998, dentro de uma área de Proteção Ambiental, a APA do Banhado dos Pachecos, unidade de conservação administrada pela Secretária Estadual do Meio Ambiente.

As primeiras discussões sobre o arroz ecológico com as famílias ocorreram no período de acampamento. Desta discussão, para liberação da área as famílias fizeram um acordo de realizar a produção orgânica, acordo esse assinado entre as famílias, o Comitê da Bacia do rio Gravataí, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, o Ministério Público e a Procuradoria Geral da União. A partir deste acordo, com o apoio da COTAP e COPTEC, em 2000 foram realizadas as primeiras experiências de produção de arroz irrigado ecológico de forma coletiva.

O assentamento realizou experiências com a rizipiscicultura⁵, mas ocorreu ataque de predadores aos peixes na fase inicial. Alguns dos predadores identificados pelas famílias foram a lontra (*Lontra longicaudis*), biguá (*Phalacrocorax olivaceus*), jacaré (*Caiman yacare*), cobra da água (*Liophis miliaris*), traíra (*Hoplias malabaricus*), mussun (*Synbranchus marmoratus*), garça pequena (*Egretta thula*). Diante desse problema os agricultores decidiram não continuar com a rizipiscicultura. Outra técnica tradicional experimentada pelas famílias foi o consórcio de arroz com marrecos de Pequim (*Anas ssp*).

Em 2003 os agricultores criaram uma associação e passaram a fazer parte do GGAE.

Em 2004 foi assinado o TAC – Termo de Ajuste de Conduta para o assentamento, este termo foi acordado em função do problema de gestão de água ocorrido na região. Para promover a adequada gestão das águas, foi implantado em 2007, um “Distrito de Irrigação”, constituído pelas famílias do assentamento e outros irrigantes.

Em 2009 as famílias do assentamento envolvidas com o cultivo ecológico, iniciaram uma experiência com os preparados biodinâmicos.

⁵ Rizipiscicultura é um sistema caracterizado pelo cultivo integrado de arroz irrigado e peixe, sem uso de agrotóxico, reduzindo o uso de maquinários (COTRIM et.al., 2001, p. 6).

Assentamento Lagoa do Junco – Grupo COOPAT

O assentamento Lagoa do junco foi criado em 1995 e está localizado no município de Tape. Ele é composto por 35 famílias, sendo que 15 delas iniciaram um trabalho coletivamente, formando a Cooperativa de Produção Agropecuária de Tapes – COOPAT, que realiza a produção do arroz orgânico, numa área aproximada de 200 ha.

Primeiramente, iniciaram a produção do arroz no sistema convencional, a partir de 1996, mas com esse modelo não houve retorno econômico esperado e os trabalhadores tiveram problemas de saúde relacionados ao uso de herbicidas.

A partir de 1998, a COOPAT fez a opção pelo cultivo do arroz orgânico, iniciado com a rizipiscicultura, entretanto também tiveram problemas com predadores. A opção dos assentados foi a de continuar com a linha orgânica, porém adotando também outras técnicas.

Recentemente a produtividade chega a 85 sc/ha. A COOPAT possui estrutura de secagem, armazenagem e beneficiamento. Vendem para CONAB, mercado local, e prefeituras para merenda escolar. A produção do arroz é certificada há três anos.

Assentamento Capela – Grupo COOPAN

O Assentamento Capela está localizado no município de Nova Santa Rita e Capela de Santana. Foi criado em janeiro de 1994. A área total é de 2.170 hectares, sendo dividida em 15 hectares de várzea e 5 hectares de lote seco por família, num total de 100 famílias assentadas. O Assentamento está organizado em quatro grupos de trabalho, o maior grupo com 30 famílias constituiu a Cooperativa de Produção Agropecuária de Nova Santa Rita - COOPAN, com trabalho coletivo e divisão social do trabalho, onde se realiza a produção do arroz orgânico em 200 hectares.

O trabalho com produção orgânica começou em 1995, com hortaliças e pomares que eram vendidos nas feiras. O grupo responsável pela condução da lavoura de arroz, anteriormente convencional se desligou da cooperativa e outro grupo assumiu com outra postura.

A discussão começou com o aparecimento de problemas de saúde relacionados ao uso de agrotóxicos e, em 1998, o grupo se convenceu que podia plantar sem veneno, depois de pequenas experiências e de visitas a outras lavouras orgânicas.

A venda do produto é feita para a CONAB, exportado e consumido pelo mercado local, através de loja própria. A lavoura foi totalmente certificada.

Fazenda Capão Alto das Criúvas

No município de Sentinela do Sul, na Fazenda Capão Alto das Criúvas, a produção de arroz ecológico dentro dos princípios da biodinâmica já vem sendo desenvolvido há aproximadamente 20 anos. A cultura é produzida em uma área de aproximadamente 200 ha, com produtividade média de 80 sacas de 50 kg/ha, sem qualquer aporte de nutrientes industriais externos.

Assentamento Pontal do Tigre

Esse assentamento é localizado em Querência do Norte- PR em Área de Proteção Ambiental. Possui 326 famílias assentadas.

Em 2004, um grupo de agricultores do Assentamento Pontal do Tigre integrou-se à Rede Eco Vida⁶, formando o núcleo “Arenito Caiuá” que comporta três grupos, entre eles o grupo “Avanço Ecológico” do assentamento Pontal do Tigre, com 15 agricultores, entre eles sete agricultores que cultivam arroz irrigado e buscam, nessa cultura, formas sustentáveis de produção. A partir de 2002 o grupo iniciou trabalhos no sentido de conduzir a cultura a uma produção ecológica. O primeiro passo foi a adoção pelos agricultores do sistema pré - germinado, manejo da água de irrigação para controle do arroz vermelho e capim arroz e insetos indesejáveis como a bicheira da raiz.

O caso mais adiantado na produção ecológica e referência para este estudo é o da família Becker, onde desde 2002, cultiva o arroz irrigado adotando técnicas alternativas na produção. Nos resultados desse trabalho serão abordados aspectos da produção dessa unidade produtiva.

Ainda neste período, visitou-se o Instituto Riograndense do Arroz – IRGA - na Estação Experimental de Arroz (EEA), localizado no município de Cachoeirinha.

⁶ A Rede é formada por pessoas e organizações da região Sul do Brasil, que objetivam desenvolver e multiplicar as iniciativas em Agroecologia, estimular o trabalho associativo na produção, disponibilizar informações entre as pessoas e organizações, bem como ter uma marca e um selo que expressem o compromisso de qualidade.

Uma terceira viagem ao Estado do Rio Grande do Sul ocorreu em julho de 2008, durante a participação do Seminário de Agroecologia, que acontece anualmente na região de Porto Alegre. Nesse encontro aproveitou-se a oportunidade para entrevistar Elcio Covazin do assentamento 19 de setembro, que relatou sobre a experiência com a rizipiscicultura.

Em setembro de 2008, realizou-se o estágio, com arroz ecológico, durante vinte dias, na Fazenda Capão Alto das Criúvas, localizada na região do Arroio do Velhaco, no município de Sentinela do Sul/RS.

No mês de outubro de 2008 houve o acompanhamento dos trabalhos de preparo de solo para o cultivo do arroz no assentamento Filhos de Sepé.

Em março de 2009, visitou-se a produção de arroz ecológico da Cooperativa de produção agropecuária de Nova Santa Rita - COOPAN, localizada no Assentamento Capela, município de Nova Santa Rita. Nesse oportuno foi realizada uma segunda visita à Fazenda Capão Alto das Criúvas.

Finalmente em julho de 2010, ocorreu a participação do IX seminário do arroz ecológico, realizado em Eldorado do Sul, concluindo assim o trabalho de campo.

Nessas metodologias de coleta de informações realizaram-se visitas às áreas cultivadas, que permitiram verificar *in loco* os elementos práticos da produção.

4 RESULTADOS

4.1 A EXPERIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE ARROZ ECOLÓGICO: ASPECTOS ORGANIZATIVOS

O trabalho investigativo mostrou que a produção de arroz ecológico nos assentamentos da Região Metropolitana de Porto Alegre é o resultado de um processo de reflexões e mudanças ocorridas a partir de 1998 nos assentamentos promovidos pela reforma agrária. Uma forma de resistência ao agronegócio, mas com clareza de formar uma alternativa produtiva. Nesse período, o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, a nível regional, faz uma severa avaliação do modelo de produção adotado nos assentamentos da região, e toma a decisão política de mudar do modelo de produção convencional para o modelo de produção com bases ecológicas. Foi a ruptura, pois confrontou politicamente, socialmente e tecnicamente a agricultura do agronegócio.

Grupo Gestor do Arroz Ecológico

A consolidação do Grupo Gestor do Arroz Ecológico – GGAE, da região metropolitana de Porto Alegre, foi importante, pois fortaleceu a cooperação agrícola e apresentou uma alternativa concreta ao modelo dependente de agrotóxicos.

A formação do GGAE partiu de duas premissas: primeiro a experiência pioneira com as hortas ecológicas realizadas pelas famílias assentadas da região, vertente importante dentro dos princípios ecológicos; segundo a falência da lavoura de arroz pelo modelo convencional.

Formou-se o “Grupo Gestor do Arroz Ecológico”, diante de uma necessidade concreta: fazer a produção ecológica do arroz.

Em 1998, iniciou-se a produção em pequenas áreas, dois hectares na Coopam, três hectares no Assentamento Lagoa do Junco, em Tapes, e quatro hectares no assentamento Filhos de Sepé. À medida que a proposta avançava em novas áreas com novos agricultores, surgiam também os primeiros limites técnicos. De início, tentou-se suprir essas dificuldades buscando informações junto às entidades de pesquisa e universidades próximas, quando se constatou desinteresse daquelas instituições em contribuir para a produção ecológica de arroz nos assentamentos.

A forma encontrada pelo grupo para suprir as limitações, foi novamente a cooperação. Iniciou-se então uma agenda de atividades

coletivas anuais. Realizaram-se nove seminários, com todos os integrantes do grupo, onde foram discutidos os objetivos específicos e o planejamento para a safra subsequente. Durante o ano também são realizadas oficinas e dias de campo com temas relacionados às limitações apontadas pelo seminário, como por exemplo práticas de colheita e produção de sementes.

A pauta do grupo nos primeiros seminários era puramente técnica: manejo, produtividade. A partir de 2007 depois de superado os principais desafios técnicos, a atenção foi dirigida para outros segmentos da cadeia produtiva: secagem, armazenamento, comercialização (preços, mercado, certificação, marketing) fechando o ciclo produtivo e se tornando uma ferramenta econômica.

Para atender aos novos desafios, o GGEA organizou algumas atividades na forma de programas, a saber: infraestrutura, comercialização, campos de produção de sementes e formação.

Hoje após nove anos toda articulação técnica, política e econômica é vinculada ao GGAE.

O grande êxito do GGAE é o planejamento e a gestão. Os agricultores são mandatários de todo o processo. Sob o ponto de vista econômico três questões comprovam a viabilidade da produção ecológica: primeiro, os custos são inferiores ao convencional; segundo, o Grupo domina todo o processo da cadeia produtiva; terceiro, o mercado privilegia a produção ecológica.

O Grupo tem uma dimensão ética, pois produz um alimento sadio e não abre mão de controlar todo o processo produtivo.

Atualmente o GGAE é representado por 211 famílias distribuídas em oito assentamentos que produzem arroz irrigado com bases ecológicas. A produção desse grupo ocupa uma área produtiva de 2.104,6 hectares de arroz orgânico ou áreas em transição para esse sistema produtivo. A produção total da safra 2009/2010 foi de aproximadamente 180.000 sacas de 50 kg.

A adesão de novas famílias ao grupo tem sido de 18% ao ano. A estimativa para a safra 2011 é de um acréscimo de 30% no número de famílias produtoras.

Um dos desafios do grupo é transformar a experiência do arroz ecológico numa dimensão nacional. Além de contribuir com a produção ecológica de outras atividades como bovinocultura de leite, horticultura que são significativas nos assentamentos do Estado.

A Pesquisa e a Assistência Técnica

Atualmente, os técnicos que trabalham com os assentamentos, são conveniados pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA. Legalmente cada técnico deve atender 100 famílias assentadas, o que torna impossível um trabalho de qualidade. Acrescenta-se a isto os baixos salários, falta de estrutura e ausência de metodologia para realização dos trabalhos.

Nem todas as famílias atendidas optaram pela produção ecológica, mas legalmente todas precisam ser atendidas. Neste contexto a contribuição técnica para a construção da agroecológica, sofre severas limitações.

Cientes desta problemática, os agricultores do GGAE, buscam na organicidade, construir uma demanda de trabalho técnico, que venha, mesmo com as limitações, contribuir com a produção ecológica. Como nem sempre é possível fazer o debate com as 100 famílias, é nas reuniões do GGAE junto aos técnicos que se afirma o que é a agroecologia. A demanda dos trabalhos técnicos é definida pelos seminários. Cada ano é estabelecido uma meta de trabalho a ser desenvolvida pela equipe técnica - uma disputa política.

Outro agravante é que os centros de pesquisa, como é o caso do Instituto Riograndense de Arroz - IRGA, do estado do RS e Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, estão afastados das experiências agroecológicas desenvolvidas nos assentamentos. Durante esta pesquisa, estes institutos foram procurados e questionados pela ausência de pesquisa com o arroz ecológico. Um dos pesquisadores do IRGA admitiu a importância dos trabalhos com arroz ecológico na região metropolitana de Porto Alegre, mas concluiu que atualmente os pesquisadores do IRGA não têm interesse nessa área.

Para o IAPAR, a questão colocada foi a produção convencional no noroeste do Estado do Paraná em Áreas de Proteção Ambiental - APA e a necessidade desse instituto desenvolver pesquisas nessas áreas que venham contribuir, analisar e orientar aos agricultores locais para uma produção ecológica de arroz, respeitando assim os princípios da APA. A resposta foi que a orizicultura é produzida nas várzeas do noroeste do Estado do Paraná que pertencem à Área de Preservação Ambiental – APA. O instituto considera que desenvolver pesquisa nessas áreas (APA) pode gerar problemas judiciais.

Conclui-se que as instituições mantêm um imobilismo conservador. Assim é preciso que se repense as políticas de pesquisa e

de transferência de tecnologias agropecuárias, partindo-se de uma distinção clara dos interesses de classe.

Como já se teve a oportunidade de ressaltar, a extensão rural e a pesquisa foram instrumentos estratégicos de intervenção usados pelo Estado, como veículos para implantar a chamada agricultura moderna no campo (BRUM, 1988). Nesse sentido os centros de pesquisa e as universidades de agronomia, medicina veterinária e os colégios agrícolas ainda nos dias atuais não preparam seus educandos para desenvolver a agroecologia e prevalece a ignorância no assunto.

Isto implica em novos desafios, a assistência técnica direcionada para a pequena agricultura e que vai atender agricultores que trabalhem a agroecologia. Como reflete Guterres (2006) a assistência técnica deve ser um instrumento capaz de criticar a Revolução Verde e ao mesmo tempo capaz de contribuir com a construção agroecológica.

Portanto, é preciso redimensionar o papel da assistência técnica, o compromisso técnico de fazer “repasse e difusão de tecnologias”, já que se mostrou insuficiente. É preciso fazer da assistência técnica um atendimento útil socialmente, que ela revolucione as bases teóricas, que proponha novas metodologias de trabalho e tecnologias alternativas de produção, bem como reveja seu público prioritário.

Outro aspecto observado nos assentamentos é a prevalência de uma equipe agrarista. Entretanto, devido às dimensões que envolvem a pequena agricultura, deve ser inserida uma equipe técnica mais interdisciplinar, que englobe, também, geógrafos, biólogos, economistas e educadores.

Gestão da água

Estima-se que o uso da água pela cultura do arroz no RS é de 15,5 bilhões de m³. O volume aplicado chega a 12.000 m³ ha⁻¹ (MACHADO, 2002). Enquanto em SC segundo Noldin et al. (2003), experimentos feitos pela EPAGRI, mostraram um consumo de 8.000 m³ ha⁻¹, considerando todo o ciclo que é de quatro ou cinco meses.

O uso de uma quantidade expressiva de água significa que na lavoura de arroz a água precisa ser otimizada, pois além de ser um recurso escasso, é o principal item do custo de produção, participando com 11,5% do custo de produção. No aspecto ambiental a água utilizada na cultura retorna parcialmente às fontes naturais com resíduos deixados pelo cultivo, causando impacto ambiental (MACHADO, 2002).

O conceito de planejamento de bacias hidrográficas tem evoluído nas últimas décadas para uma concepção de integração de fatores ambientais e socioeconômicos. As características biofísicas de uma bacia tendem a formar sistemas hidrológicos e ecológicos relativamente coerentes, e, portanto as bacias hidrográficas têm sido utilizadas como unidades de planejamento de desenvolvimento (NANNI, 2008).

Para promover a adequada gestão das águas, foi implantado em 2007, um “Distrito de irrigação”, no assentamento “Filhos de Sepé”, município de Viamão, junto às famílias assentadas e outros irrigantes que são organizados em assembléia, conselho gestor e conselho fiscal. Um modelo relevante de planejamento e gestão do recurso hídrico.

O início foi em 2004, com a assinatura do TAC – Termo de Ajuste de Conduta para o assentamento, que foi acordado em função do problema de gestão de água ocorrido na região, na safra de arroz 2004/2005. Na época, uma grande área foi plantada e irrigada de forma desordenada, comprometendo o abastecimento da região e a proteção do Refúgio da Vida Silvestre Banhado dos Pachecos.

O distrito é responsável por levar a água ao irrigante, na quantidade certa e na época necessária. A família que faz parte do distrito paga uma contribuição pelo serviço, para manutenção e operacionalização.

Como relatado por Zang (2009) do assentamento Filhos de Sepé e integrante do Distrito de Irrigação: a gestão da água pode permitir uma maior disciplina no seu uso e alocação para o arroz, entre os diversos usuários de uma bacia hidrográfica:

A barragem que disponibiliza água para irrigação do arroz, fica no assentamento, mas não é do assentamento, a metade dela está dentro da área de refúgio e a outra metade está dentro da área de assentamento. Portanto temos o direito de usar a água, mas não de administrá-la. Tem um colegiado que discute o uso racional da água e faz a distribuição. O colegiado precisa ter autorização do órgão competente. Foi criado o distrito de irrigação. O distrito é formado por quem planta e teoricamente tem acesso à água, tem direito a água. A água pode irrigar o local chamado de perímetro de irrigação. Neste perímetro pode plantar arroz, utilizando água da barragem e das Águas Claras, que é a nascente e fica no assentamento. Quem está dentro deste perímetro,

automaticamente faz parte do distrito sendo irrigante ou não, porque pode um ano irrigar, outro ano não irrigar. Este perímetro precisa ser gerenciado, precisa pedir primeiro a autorização do INCRA, que é o dono da terra, o Incra pede autorização à SUCAM. Como o distrito funciona, o órgão máximo é a assembléia dos irrigantes que escolhem uma comissão que vai gerenciar o distrito durante um ano, mas o distrito em si é formado pelos irrigantes do ano. Por exemplo, se eu estou no perímetro de irrigação, eu tenho direito de fazer parte do distrito, mas se eu não estou irrigando, se não tiver um projeto de irrigação aprovado, eu não posso participar da assembléia, com vez e voz, e nem ser eleito pela comissão para gerenciar a água. A comissão tem que contratar uma gerência técnica, porque o gerenciamento não é feito pelo assentado, precisa ser uma empresa contratada, no caso foi contratada a Coptec, os técnicos da Coptec fazem a distribuição da água, o gerenciamento. O gerenciamento tem um custo, aqui foi estabelecido em cinco sacas de arroz por hectare para 2009. O custo paga o gerenciamento e pequenas obras. Este custo foi baseado na produção do assentamento, que fica em torno de 100 sacas/há. Esta taxa é paga ao distrito (ZANG, 2009).

A experiência do “Distrito de Irrigação” de Viamão foi além da mediação de conflitos e distribuição equilibrada e eficiente (quantidade e qualidade) da água, foi um laboratório de irrigação, com gestão compartilhada.

Ressalta-se que um projeto desse nível, não se faz apenas com vontade e acordo, requer investimentos consideráveis para: estudo da área, contratação de profissionais preparados e qualificados e investimento nas estruturas. Os recursos provenientes do TAC viabilizaram a proposta.

Como é uma gestão de um recurso natural, é também uma gestão ambiental, que se tornou uma ação coletiva, pela participação das famílias.

4.2 A PRODUÇÃO DO ARROZ ECOLÓGICO

4.2.1 Ecossistema Banhado e Monocultivo do arroz

Uma indagação pertinente que surgiu durante o estudo diz respeito ao plantio consecutivo de arroz em áreas úmidas, pois o sistema, segundo Ibama (2000), modifica o padrão oscilatório natural das águas nos banhados, que alterna períodos de seca (verão). Quando a água é evaporada total ou parcialmente, e períodos de cheia (inverno) decorrente das chuvas, a vida nos banhados é perfeitamente adaptada a este ciclo, havendo espécies que vivem no ecossistema durante os dois períodos e outras que o utilizam em apenas uma estação. O plantio do arroz reverte este ciclo natural, no verão permanece com água e no inverno geralmente as áreas ficam drenadas.

Por outro lado segundo Salisbury e Cleon (1991) os banhados e várzeas assim como os estuários, bosque tropical chuvoso são os ecossistemas mais produtivos para culturas irrigadas.

Indagou-se a Volkmann se a produção consecutiva de arroz irrigado nas várzeas da Fazenda Capão Alto das Criúvas, que cultiva o arroz biodinâmico, não causava efeito deletério.

Volkmann (2009) afirmou que uma rotação com milho e soja, se fosse feita, iria contra a natureza. Com a drenagem necessária para estas culturas, poderia haver queima espontânea da turfa. Ele comenta sobre os italianos, produtores de semente de arroz, que cultivam arroz há 45 anos no Rio Grande do Sul e em monocultura e mantém a produtividade. É necessário que os agricultores ocidentais entendam a “ecologia do arroz”, para isto é preciso estudar mais. O agricultor afirma que nas parcelas onde iniciou a produção há 22 anos, sempre arroz sobre arroz, a produtividade foi aumentando, mas isto foi um grande paradigma que ele teve que quebrar internamente.

Este tema merece maiores informações. È relevante que a produtividade de Volkamn, segundo seu relato, vem aumentando e isto precisa ser considerado. Mas trabalhos realizados por Fukuoka (1978) durante 25 anos com o arroz e relatado em seu livro *The One- Straw revolution*. Neste documento Fukuoka escreve seus experimentos com arroz irrigado num sistema de rotação de culturas.

Este tema leva à importância de se desenvolver pesquisas nesta área, porém pelos relatos fornecidos, os solos de várzea, têm uma dinâmica específica que merece mais investigações para de fato se ter clareza se o plantio consecutivo de arroz pode ser incorreto dentro de uma proposta de produção ecológica.

Pesquisas como de Beltrame (2006), que estudou sistemas de arroz irrigado convencional e sistemas de arroz irrigado orgânico, identificaram que as lavouras orgânicas possuem índices superiores de diversidade de espécies de aves, mas mesmo o sistema orgânico não substitui os banhados naturais, em biodiversidade.

O arroz cultivado, na densidade proposta, é um corpo estranho ao ecossistema banhado; a tarefa do pesquisador, seja ele um cientista ou um agricultor, é ajustar essa presença em uma integrante natural do ecossistema, ou seja, incorporar uma alta porcentagem de plantas exógenas, por sua concentração e densidade, mas que, historicamente são endógenas ao ambiente natural de forma a harmonizar, dialeticamente, essa nova associação em benefício da alimentação humana (MACHADO, 2008).

4.2.2 A produção

As etapas do processo produtivo do arroz irrigado no sistema ecológico são: sistematização do terreno; sistema de cultivo pré - germinado; preparo do solo e manejo da água de irrigação; semeadura; cultivares utilizados; nutrição de plantas; controle das plantas indicadoras; vegetação no entorno; parasitas e doenças, colheita, secagem, armazenagem e comercialização.

4.2.2.1 Sistematização do terreno

O cultivo do arroz pré-germinado é realizado em áreas de topografia plana e difícil drenagem, onde os solos permanecem saturados em períodos de maior precipitação pluvial. Para aproveitamento eficiente e racional desses solos há necessidade de submeter o terreno antes do cultivo a sistematização da área (SOSBAI, 2010).

A sistematização da área consiste numa série de operações que visam o seu preparo para receber e conservar a água de irrigação, de tal modo, que permita a criação de um sistema funcional de manejo. No terreno antes do cultivo são construídos os sistemas de irrigação e drenagem, estruturas de apoio e a superfície do terreno é nivelada, através da movimentação do solo.

O sistema de irrigação consiste na construção de canais para a condução da água do ponto de captação até os tabuleiros. O sistema de drenagem, também composto de canais objetiva a retirada do excesso de água nos momentos desejados, conduzindo a água até os pontos de

descarga. As estruturas de apoio consistem na construção de estradas internas para deslocamento de máquinas e equipamentos. O nivelamento da superfície do solo objetiva a construção de planos uniformes, cercados por taipas, denominados de quadros ou tabuleiros, nos quais as irregularidades internas são eliminadas. Além do nivelamento da área quando necessário são construídas estruturas complementares como pontes e bueiros (EPAGRI, 2002; SOSBAI, 2010).

Há duas modalidades de sistematização para as lavouras de arroz: sistematização com nivelamento da superfície em desnível e sistematização com nivelamento da superfície em nível, a escolha é feita em função do sistema de cultivo. No caso do arroz pré-germinado predomina a sistematização em nível (SOSBAI, 2007).

Inicialmente a área é subdividida em quadros, de formato regular. O terreno dentro de cada quadro é nivelado, em um plano pré definido, utilizando-se o solo das cotas mais elevadas para aterrar os de cota inferiores.

Após esse processo são construídas taipas com altura de 30 a 50 cm, em curva de nível que visam reter a água de irrigação.

A sistematização do terreno e um manejo eficaz para reduzir a quantidade de água usada na cultura, segundo Machado (2002) em áreas sistematizadas, o solo inundado com lamina de água pouco profunda (5-10 cm) apresentou menor consumo de água e maior produtividade de grãos.

SOSBAI (2007) acrescenta, o solo nivelado vai permitir maior viabilidade do sistema pré-germinado, melhor manejo da água de irrigação para suprir as necessidades hídricas do arroz e possibilitar manejo mais eficiente no controle das plantas indicadoras e parasitas.

4.2.2.2 Sistema Pré-Germinado

Todas as unidades produtivas visitadas utilizam o sistema pré-germinado, caracterizado pela utilização de sementes pré - germinadas, que são semeadas a lanço em solo coberto por uma lâmina d'água. Uma das razões para uso desse sistema é a supressão das plantas indesejáveis no momento do cultivo. Nas unidades produtivas visitadas no Estado do Rio Grande do Sul, o sistema pré-germinado pode ser considerado uma premissa técnica para o cultivo do arroz ecológico.

Neste sentido, sobre a forma como a semente de arroz é pré-germinada, Boza da Coopam relatou:

Na pré-germinação da semente, em sacas com capacidade de 50 kg, utilizamos 30 kg de semente, porque a semente vai hidratar e inchar. Deixamos 36 horas na água, tiramos, amontoamos de pé e cobrimos com lona preta. Cuidamos com a temperatura. Deixamos mais 36 horas fora da água. Nos dias quentes, viramos a sacaria e descartamos o uso da lona. Após, deixamos arejar um pouco, depois semeamos. O tamanho do broto, deve ser em torno de 1 a 2 mm, nunca maior que 5 mm (BOZA, 2009).

A pré-germinação da semente consiste em acelerar o processo natural de germinação, na ausência de solo, de maneira que, ao semear, a semente já tenha coleóptilo e radícula. A pré-germinação envolve dois momentos: hidratação e incubação. Na hidratação ocorre a imersão de 25 a 30 kg de semente, em água por um período de 24 a 48 horas em embalagens de polipropileno trançado (sacos de 50 kg, mas com apenas 25 a 30 kg de sementes). Na incubação, após a hidratação as sementes são retiradas da água, colocadas na sombra por 24 a 36 horas. O coleóptilo e radícula devem ter de 2-3 mm para o momento da semeadura (RAMOS et al., 1985). Na Figura 7, aparece a semente pré-germinada, pronta para ser semeada.



Figura 7 - Semente pré-germinada

Fonte: A autora (20 out. 2009)

Não há dificuldade nesse processo. Alguns aspectos do ambiente devem ser observados no momento da pré - germinação da semente. Segundo EPAGRI (2002) as temperaturas cardinais podem interferir na germinação. - temperatura mínima de (10-12°C) e temperaturas máximas de 40 a 42°C. A temperatura ideal situa-se entre 30-37°C.

Na semeadura é importante observar o potencial de germinação, a semente deve ter energia para um mínimo de 90% de germinação.

4.2.2.3 Preparo do solo e manejo da água de irrigação

No Rio Grande do Sul, o preparo do solo para o plantio do arroz ecológico inicia-se no inverno (julho), com a limpeza e manutenção dos canais de irrigação e drenagem, correção da altura das taipas para manter uma lâmina de água acima de 40 cm. Diferentemente do convencional, os agricultores ecológicos preferem deixar a vegetação nas taipas e no entorno.

O preparo do solo inicia-se com a incorporação da palha deixada pela cultura anterior e manejo com algumas espécies de plantas indicadoras, entre elas a grama boiadeira (*Luziola peruviana* Juss).

Em julho/agosto, quando começa a elevar a temperatura, começamos a mexer na terra. O período de manejo interfere na planta indicadora, principalmente no caso da boiadeira, se deixamos para trabalhar o solo em outubro, picamos a boiadeira, mas neste período esta planta tem muita energia acumulada para rebrotar, neste caso iniciamos o preparo no inverno, damos de 2-3 cortes no sistema radicular. A boiadeira é uma fonte de adubação é só manejar corretamente (ZANG, 2009).

A primeira fase do preparo visa afrouxar a camada superficial para formação da lama, que pode ser realizado em solo seco ou em solo inundado.

Na COOPAT é realizada em solo seco, iniciando-se com várias gradagens. Na maioria dos casos, como na COOPAN, é realizado em solo úmido, passando-se várias vezes a grade de discos, ou a grade de discos com roda “gaiola” que é uma roda de ferro vazada acoplada no trator (Fig. 8) e segundo EPAGRI (2002) essa roda pode ser substituída por rodas de ferro auxiliares, ou rodas duplas de pneu.

Eleva-se o nível de água para de 30 -40 cm, por um período de 20 a 35 dias, o que não permite a germinação do arroz vermelho (*Oryza* spp).

Segundo os agricultores, a enxada rotativa é preferível à grade de discos, porque executa um trabalho mais perfeito. No mesmo sentido a EPAGRI (2002), descreve que o implemento embora com rendimento

inferior à grade, executa trabalho de melhor qualidade, principalmente em solos argilosos de elevada pegajosidade.

Temos banco de sementes nos nossos solos, como capim arroz, arroz vermelho, por isto quando colocamos água, em torno de 20 dias antes de plantar, não usamos lâmina fina de água, colocamos a lâmina alta de água, no começo 40 cm no mínimo, para não entrar luz e não possibilitar a germinação das sementes (ZANG, 2009).

No mínimo, antes de plantar, deixamos 20 dias as parcelas com lâmina alta de água com mais de 40 cm. Fazemos este manejo com água no final de agosto, começo de setembro, mais ou menos 20 dias antes de plantar. Passados 20 dias vamos abaixando a lâmina de água para 5 cm. Passamos uma grade, em seguida passamos o implemento chamado alisador ou puxador. Para nivelamento do solo, puxamos o lodo de um lado para outro para ocorrer o nivelamento do quadro, passamos o implemento chamado “rodinho”. Quando termina este preparo que chamamos “fazer o barro”, colocamos água com lâmina alta novamente, para o lodo assentar, deixamos água por 5 a 6 dias, este período corresponde a outubro/novembro, é um período quente, a água vai abaixando até por evapotranspiração, e fazemos a semeadura (BOZA, 2009).

Volkman (2009), da Fazenda Capão Alto das Criúvas deixa a água nos quadros por um período de 21 dias e relaciona esse período com a astrologia.

Trabalhamos com os quatro elementos da Grécia antiga, terra, água, ar e fogo, despertamos a primavera mais cedo, em agosto, neste período temos água e terra, promovemos a entrada de ar e calor no solo. Em agosto, entramos com alguma ferramenta bem leve, como a roda gaiola, ou um super pisoteio, o homem atuando e fazendo com que entre ar e fogo no ambiente. Então temos água, calor, ar e terra, tudo começa a germinar.

Assim que as plantas começam a germinar, paramos o processo de germinação, depois que temos bom sangue de plantas, paramos a germinação das sementes, mexendo num dos quatro elementos, a água. Então inundamos a parcela e deixamos no mínimo 21 dias com água, é o tempo que o sol leva para fazer o giro em torno dele mesmo; em 21 dias, o pH tende a neutralidade, com pH neutro, fósforo, potássio, passam a ficar disponível para as plantas. Com a inundação ocorre o congelamento das sementes, das plantas indesejáveis que estão no banhado em dormência, mas que podem vir a nascer daqui a 10 a 15 anos (VOLKMANN, 2009).

Após este período, inicia-se a segunda fase do preparo do solo. Novamente entra-se com a grade niveladora (número de vezes necessário para controle das plantas indicadoras) ou enxada rotativa que tem acoplado o pranchão (prancha de madeira adaptada ao trator), para fazer o alisamento do terreno, esses implementos são mostrados na figuras 8.



Figura 8 - Preparo do solo com rodas gaiola e alisador (rodinho)
Fonte: A autora (Out. 2009)

Deixa-se a água decantar por 3 a 5 dias, e numa lâmina de água de 5-10 cm, lançam-se as sementes pré-germinadas (Figura 9).



Figura 9 - Semeadura do arroz pré- germinado

Fonte: A autora (2009)

Em termos gerais o preparo do solo para o arroz irrigado ecológico e no convencional tem semelhanças. São os detalhes que diferem um do outro, como o manejo das taipas onde é deixada a cobertura vegetal, segundo Boza (2009) da COOPAN: *“Nas taipas, além dos remontes, ajeitar ela, não roçamos, hoje tem taipas com capim que não conseguimos passar mais, o capim veio no meio da taipa, para cuidar do arroz”..*

Estudos realizados por Beltrame (2006) explicitam que, quando a vegetação é preservada nas taipas, elas oferecem maior disponibilidade de alimentos para a ocorrência de pequenos mamíferos.

A construção de taipas mais altas permite o armazenamento de água acima da projetada para o cultivo e constitui-se em alternativa de armazenamento de água. Nestas condições o alagamento inicial é suspenso até que a lâmina de água retorne ao seu valor original. Se a água armazenada for proveniente da chuva no período de entre safra, haveria redução no consumo de $1.285\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (MACHADO, 2002).

A lâmina de água alta (acima de 30-40 cm) antes do cultivo é eficiente para controle de plantas indicadoras.

4.2.2.4 Manejo pós semeadura e irrigação

O manejo da irrigação na lavoura de arroz irrigado pode ser realizado por dois sistemas de inundação: sistema de inundação com lâmina de água contínua ou sistema de inundação intermitente. O sistema de inundação contínua se caracteriza pela manutenção de uma lâmina de água com fluxo contínuo na lavoura. No sistema por

inundação intermitente a irrigação ocorre na forma de turnos ou ciclos (EMBRAPA, 2009).

Nas unidades com produção de arroz ecológico é realizada a irrigação por inundação intermitente. Iniciando o manejo aproximadamente 48 horas após a semeadura com sementes pré-germinadas, após esse tempo a água é retirada dos quadros e é recolocada após 8-10 dias.

Segundo Macedo et al (2007) como no sistema pré-germinado, a semeadura é feita em solo inundado, normalmente ocorre desestruturação do solo, com destruição dos agregados. Por isto após o preparo é recomendado não drenar a água imediatamente, pois com a drenagem ocorre o transporte das partículas mais finas na suspensão da água, carregando nutrientes e aporte de sedimentos aos mananciais hídricos. Deve-se evitar a drenagem até no mínimo 48 horas após o preparo do solo, pois as perdas são inferiores a 28% em relação à drenagem logo após o preparo do solo.

A irrigação intermitente proporciona produtividade de grãos semelhante à irrigação continua, mas promove uma economia de 32% do volume de água aplicado e maior eficiência do uso da água ($1,68 \text{ kg m}^{-3}$) do que a irrigação continua ($1,14 \text{ kg m}^{-3}$) (MEZZONO, 2009).

Os agricultores observaram que a irrigação intermitente é um manejo eficiente no controle das plantas indicadoras e no controle da bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*).

Para evitar problemas com a bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*), a água é novamente retirada dos quadros de arroz aos 30-40 dias pós - semeadura, e recolocada após 10-12 dias. Caso não ocorra problemas com o inseto a retirada nesse período (30 dias), não é necessária.

Volkman (2009) relatou que trabalha com a irrigação intermitente, a justificativa da retirada aos 30 dias e contribuir na absorção de nitrogênio.

Sobre o manejo com a água, tiramos a água dos quadros para ocorrer o enraizamento do arroz, logo após o plantio e após colocamos água novamente. Quando o arroz está próximo ao período de perfilhamento tiramos a água novamente, e deixamos o arroz sofrer um pouco, e colocamos água novamente. A cada retirada e entrada novamente da água pela irrigação, observamos um impulso do nitrogênio e uma

redução do metano, devido à decomposição aeróbica, chamamos esta irrigação de “**irrigação intermitente**” (VOLKMANN, 2009, grifo nosso).

Pelos relatos, os agricultores adotaram a irrigação intermitente, soltando a água após 2-3 dias pós-semeadura e novamente aos 30 dias para controle preventivo da bicheira da raiz.

Segundo Gadea (2009) O IRGA, através do Programa Tecnologias mais Limpas (T + L), desenvolve trabalhos com a “Irrigação Contínua”, que orientam os agricultores a não soltarem a água em momento algum. A orientação é o plantio do pré - germinado, com a manutenção permanente da lâmina de água, durante todo o ciclo da cultura. Um dos motivos é a redução da quantidade de água. Antes a demanda era de 15.000 m³ ha⁻¹, agora é reduzida a valores menores. Outro motivo é diminuir a perda por lixiviação de nutrientes. Acrescenta que o banhado é um sistema específico e deixar a água mantém o ecossistema, tirar a água é uma agressão forte. O problema observado nesse sistema é o que o controle da bicheira da raiz é feito através de controle químico com tratamento de semente e isto é incompatível com a produção ecológica de arroz.

Agostinnetto et al. (2002) descrevem que a taxa de produção do metano é sensível ao manejo de água. A irrigação intermitente, com pelo menos uma drenagem durante a estação de crescimento da planta, é eficiente para minimizar a emissão do gás metano. O mesmo acontece com a altura da lâmina de água, a redução na altura da lâmina de água pode aumentar a temperatura do solo e contribuir para a produção de metano.

Como a água é um elemento essencial no cultivo do arroz irrigado e ao mesmo tempo um recurso finito, há necessidade de adequar o sistema de irrigação a um processo que utilize menor volume de água, sem comprometer a produtividade de grãos, objetivos atingidos com a irrigação intermitente. Outro benefício é o controle da bicheira da raiz (*Oryzophagus oryzae*) quando a água é retirada aos 30 dias e há redução da taxa de produção de metano. Portanto no cultivo do arroz irrigado ecológico deve ser adotado a sistema de irrigação intermitente.

4.2.2.5 Época da semeadura

Com a área sistematizada, estrutura adequada e água disponível é feito um planejamento com a época mais adequada para semeadura, segundo Macedo (2005), semeaduras tardias proporcionam rendimentos

inferiores aos obtidos à semeadura no cedo. A semeadura deve iniciar tão logo a temperatura do solo seja adequada a germinação da semente.

Em Querência do Norte (PR), as semeaduras ocorrem a partir de julho/agosto e no Estado do Rio Grande do Sul as semeaduras ocorrem a partir do mês de outubro. Historicamente, a semeadura após 30 de novembro, tem a produção diminuída em 1% por dia, quando ultrapassa 30 de novembro.

4.2.2.6 Cultivares utilizados e produção de semente

As variedades utilizadas nas áreas do arroz ecológico são, em sua maioria, provenientes do Instituto Riograndense do Arroz: 412,417,419, 420.

Segundo Carmona (1990 apud RANGEL; GUIMARÃES; NEVES, 1996) a base genética das cultivares de arroz irrigado do Brasil é semelhante a dos países latino americanos. Isto se deve ao fato dos programas de melhoramento genético dos países da América latina terem como base os germoplasmas introduzidos do CIAT e IRRI.

Os programas oficiais de melhoramento genético do arroz irrigado no Brasil iniciaram com o Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) a partir de 1938, pelo Eng. Agr. Bonifácio Bernardes, na estação de Cachoeirinha, RS. O Instituto adotou a estratégia de selecionar, entre as variedades ou linhagens disponíveis no País ou vindas do exterior, que melhor se prestavam ao cultivo nas condições do RS, e as atividades de cruzamentos artificiais parecem ter sido adotadas pelo IRGA somente a partir de 1950 (CASTRO et al., 1999).

O estreitamento da base genética leva à uniformidade e, como consequência, ao aumento da vulnerabilidade genética, principalmente aos estresses bióticos, das cultivares recomendadas para cultivo. Dessa forma, reduz-se a possibilidade de ganhos adicionais nos programas de seleção, de tal forma que no Brasil, na década de 80, os ganhos genéticos de rendimento no arroz irrigado, quando obtidos, foram de pequena magnitude, apesar dos inúmeros cruzamentos submetidos à seleção (RANGEL; GUIMARÃES; NEVES, 1996).

No Brasil, existem evidências de que os ganhos genéticos conseguidos na produtividade ocorreram somente até o final da década de 80, enquanto se substituíam os cultivares tradicionais pelos de arquitetura considerada moderna, ou seja, de porte baixo, com folhas finas e eretas, perfilhadoras, com colmos fortes e resistentes ao acamamento. A partir dessa época os ganhos tem sido irrisórios (CASTRO et al., 1999).

Ainda salienta Marchezan et al (2005) que os cultivares “modernos” podem provocar mudanças de comportamento quando estes genótipos são submetidos a diferentes condições de manejo de solo e água.

O uso dos cultivares “modernos” é uma preocupação do GGAE, pois a opção pela produção ecológica passa pela segurança em relação à semente, assim como o controle da semente pode representar um forte componente do controle da produção do arroz ecológico. Segundo Cadore (2009): *“As variedades hoje disponíveis são herança da Revolução Verde, a partir daquelas que foram desenvolvidas pelo CIAT, IRRI, e exigem grandes quantidades de insumos”*.

O informativo da Campanha Terminar Terminator (TECNOLOGIAS..., 2008), informa que o custo da semente aumentou 246% entre 1994 e 2006, em 2006 às quatro maiores empresas transnacionais de sementes controlavam cerca de 50% do mercado mundial. As 10 maiores controlavam 64%. No Estado do Paraná, o custo da semente representa entre 3-10% do custo total de produção em lavouras convencionais.

Essas preocupações levaram o GGAE a trabalhar com campos de produção de semente. O IX Seminário do Arroz Ecológico, apontou uma necessidade mínima de 10.000 kg de semente para o plantio da área ecológica, para a safra de 2010/2011 o grupo possui apenas 3000 kg, já produzido em seus campos de sementes (SEMINÁRIO..., 2010).

Outra meta do GGAE é avançar na produção da semente “Cateto”. A COOPAN já possui um campo com o IAS 12-9 Formosa, cultivar que pertence à subespécie japonesa, e que possui tolerância às baixas temperaturas do ar que ocorrem durante o período reprodutivo das plantas. Esta variedade possui o ciclo ao redor de 135 dias, a partir da emergência, grãos curtos e vítreos, com casca piloso-clara e sem arista. Sob condições de alta fertilidade, as plantas demonstram sensibilidade e acamam (EMBRAPA, 2009).

A possibilidade da introdução de sementes de arroz geneticamente modificadas (OGMs/transgênicos) é um risco para a produção de arroz ecológico. Segundo Chomengo (2002), no caso específico do arroz irrigado, além de todos os fatores preocupantes com uso das OGMs em si, alia-se a possibilidade da disseminação dos produtos como sementes e organismos associados, através do elemento água, indispensável para o desenvolvimento das culturas.

Nos assentamentos próximos a cidade de Porto Alegre todo o sistema de água em Porto Alegre está interligado, esta via de contaminação é mais complicado que na soja.

Preocupação sensata, pois a experiência através dos séculos deixou algumas lições, cada vez que há uma manipulação tecnológica, há um impacto ecológico, grande ou pequeno. O impacto deve ser internalizado no custo de produção e, se há dúvida científica sobre os impactos, deve-se ficar atentos e agir com cuidado (princípio de precaução). A boa ciência deve ter preocupação com os impactos ecológicos das novas tecnologias.

É essencial e relevante que sejam desenvolvidas variedades adaptadas a um manejo sem venenos.

4.2.2.7 Nutrição das plantas

Todos os agricultores entrevistados utilizam algum complemento para a nutrição do arroz. Alguns relatos mostram que a água tem nutriente. Segundo Zang (2008) do assentamento Filhos de Sepé: *“a água utilizada no cultivo de arroz em Viamão, tem em torno de 30% de nutrientes”*.

Genro et al, (2005) confirmam esta hipótese de monitoramento nas características da água de irrigação do Rio Gravataí, rio este que fornece água ao assentamento Filhos de Sepé, nas amostras coletadas do canal principal e em três fases do desenvolvimento da planta de arroz, sendo: perfilhamento, florescimento e maturação foram encontrados concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio. Como os teores desses nutrientes foram menores na lavoura em relação ao canal do Rio Gravataí, infere-se que grande parte dos nutrientes foram absorvidos pelo arroz. Esta contribuição acarretou um aporte de nutrientes no florescimento equivalente a 36,3 kg ha⁻¹ de N; 2,1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 17 kg ha⁻¹ de K₂O.

Pesquisa realizada por Macedo et al (2002) com a análise das águas utilizadas na lavoura de arroz das sete fontes mais expressivas do Estado do Rio Grande do Sul: Rio Gravataí; Rio Jacuí; Rio Uruguai; Lagoa dos Barros; Lagoa do Casamento, Barragem do Capané, Barragem do Arroio duro apontam o seguinte: Os resultados da composição química das águas indicam teores de potássio, cálcio e magnésio com níveis que, se na forma disponível para as plantas, poderiam suprir grande parte das necessidades da cultura, dentro da média do RS. O Rio Gravataí destaca-se nas análises, por sua alta porcentagem de nutrientes.

Na fazenda Capão Alto das Criuvas, onde a agricultura é realizada dentro dos princípios da biodinâmica, são utilizados os preparados biodinâmicos, que são divididos em dois grupos. Os

preparados “chifre-esterco” e “chifre-silica”, conhecidos respectivamente, como 500 e 501, usados por aspersão diretamente no solo ou nas plantas e os preparados 502 a 507 usados em adição a compostos ou outra forma de adubo orgânico.

Na mesma fazenda usa-se o composto denominado “Fladen” que se refere ao esterco fresco de vacas misturado a cinco baldes de água de 20 litros, 100 gramas de casca de ovo triturada e 500 gramas de pó de basalto. O material é misturado por uma hora. Coloca-se a metade em um barril de madeira, em seguida adiciona-se uma porção dos preparados 502 a 506 após adiciona-se a outra metade da massa de esterco e coloca-se 5 gotas do preparado 507. O tambor é fechado e enterrado ao ar livre por quatro semanas. São utilizados 250 gramas/há dissolvidos em 60 litros de água e dinamizado por 20 minutos.

No preparo do solo, passado os 21 dias que o solo permanece com água, incorporamos a biomassa no solo e aplicamos o FLADEN (compostagem) que foi enriquecida com os preparados biodinâmicos, a partir da mil folhas, camomila, urtiga, carvalho, dente de leão, valeriana. Incorporamos a MO e a biomassa, e fazemos a semeadura do arroz. Aplicamos em seguida o preparado “chifre de esterco”, na semente (tratamento de semente) e nos quadros de arroz. Após aplicamos o preparado “chifre-silica”, de silício ao amanhecer, quando o arroz está começando a furar a água. No início do mês de março, na formação do grão, entramos novamente com chifre esterco ao entardecer, para que a qualidade do grão melhore (VOLKMANN, 2009).

Os agricultores do assentamento Filhos de Sepé iniciaram, em 2009, experiências com dois dos nove tipos de preparados biodinâmicos, o “preparado chifre esterco” e “preparado chifre sílica”. Estes preparados são utilizados no solo e nas sementes de arroz.

O preparado chifre esterco é aplicado na semente do arroz e no preparo do solo. O preparado de sílica é utilizado na inoculação da semente de arroz e aplicado na planta de arroz 20 dias após o plantio, utilizando 6g/ha.

Além dos preparados biodinâmicos no assentamento Filhos de Sepé são utilizadas duas aplicações de biofertilizante⁷ foliar, na dosagem de 5 L/ha, durante o cultivo do arroz. Também é utilizada a cama de aviário na lâmina de água, antes do cultivo na quantidade de 200 kg/há.

Neste mesmo assentamento foi observada a presença da planta aquática *Azolla* ssp, uma pteridófita aquática que pode estar contribuindo com a adição de nitrogênio, segundo Salisbury e Cleon (1991). Essa planta é usada como adubação verde na Ásia e estudos já comprovaram a associação de *Anabaena azollae*, com a Azola é capaz de fixar nitrogênio atmosférico, fixando de 60-120 kg de N₂ por hectare. Noldin e Ramos (1983) avaliaram o efeito da azola cultivada antes da semeadura do arroz (julho a setembro) e obtiveram produtividades de 39 t/ha de fitomassa verde e de 54,8 kg/ha de nitrogênio.

Na COOPAT, faz-se uma aplicação de fosfato natural (400 kg/ha) antes de fazer o lodo, a partir de agosto/setembro incorporando com a grade. Aos 20 dias aplica-se urina de vaca na dosagem de 5-7L/ha dissolvidos em 100 litros de água e pulverizados na lavoura e aos 50 dias após plantio repete-se a operação com acréscimo de 5 L/ha de biofertilizante (que foi preparado e curtido por 60 dias).

Na COOPAN, utiliza-se aplicação de esterco de porco e cama de aviário incorporado ao solo, juntamente com a aplicação de biofertilizante entre 30 e 45 dias depois do plantio. Não utilizam animais na entressafra, pois as lavouras são muito longe da sede. A cama de aviário e esterco deve provir de criações que não utilizam aditivos na alimentação dos animais, isto é garantido pelas análises realizadas nesses insumos antes da sua utilização no arroz, solicitadas pela certificadora do arroz ecológico.

O agricultor Becker (2009), do assentamento Pontal do Tigre, utiliza 5 ton/ha de cama de aviário no preparo do solo e urina de vaca, na proporção de 5 L/há, dissolvidas em 100 litros de água, aos 20 dias após plantio do arroz.

No caso do GGAE, os insumos como provenientes de animais (esterco, cama de aviário), passam por análise laboratorial antes da utilização para comprovar a isenção de produtos químicos. Porém isto apenas não justifica seu uso, é necessário aprofundar a análise sobre os produtos utilizados, porque a nutrição das plantas está intimamente

⁷ Biofertilizante é o produto da fermentação de um substrato por microrganismos (leveduras, bactérias, fungos, etc) e fermentação é o nome dado a todas as mudanças, decomposições produzidas em substrato orgânico por meio da atividade de microrganismos vivos (PINHEIRO; BARRETOS,1996)

relacionada com a trofobiose. O que determina cuidados nessa área. Acredita-se que um conhecimento básico na fisiologia da planta é fundamental, pois as substâncias aplicadas, como os biofertilizantes ativam uma série de mecanismos metabólicos.

No caso dos biofertilizantes, Pinheiro e Barretos (1996) apontam que na maioria dos bios existem componentes como: tiamina, piridoxina, ácido nicotínico, ácido pantotênico, riboflavina, cobalaminas, ácido ascórbico, ácido fólico, pró-vitamina A, ergosterol, alfa amilase, aminoacilase, ácidos orgânicos, todos ligados a aspectos fisiológicos da planta.

4.2.2.8 Plantas indicadoras

No diálogo com a natureza, é fundamental o conhecimento e a compreensão das funções das plantas indicadoras, pois estas plantas ocorrem em situações específicas e com objetivos determinados. Compreender seu comportamento no ambiente permite adotar o manejo mais eficiente (MACHADO, 2004).

Nas áreas cultivadas com arroz irrigado podem ser encontradas tanto plantas indicadoras monocotiledôneas como dicotiledôneas.

Entre as monocotiledôneas gramíneas, foram encontradas plantas anuais, como *Echinochloa crusgalli*, *Echinochloa cruz-pavonis* e *Echinochloa colonum*, conhecida como capim arroz. Uma única planta pode produzir até 7.000 sementes e ficar em dormência por até 90 dias, sua germinação vai ser na profundidade de acordo com a umidade do solo. Quando o solo está inundado germinam em profundidade de até 2 cm, mas como o solo está ausente de oxigênio o alongamento da planta é reduzido, com apenas de 1 a 2 cm e após a morte (RAMOS et al., 1985).

Outra espécie muito comum encontrada nas lavouras de arroz irrigado é o arroz vermelho (*Oryza ssp*), do mesmo gênero do arroz . Segundo Agostinetto et al (2001), esta planta forma touceiras vigorosas, com colmos alcançando de 100 a 150 cm de altura, com panículas longas e por vezes abertas, tem alto grau de desgrane. As sementes têm dormência, podem ser viáveis no solo por um longo tempo (até 12 anos), germinam até 10 cm de profundidade ou mais, e sob a lâmina de água superior a 5 cm.

Muito comum também a boiadeira (*Laersia hexandra*). Entre as monocotiledôneas ciperáceas, a mais comum foi a Tiririca (*Cyperus spp*).

O manejo com a água de irrigação é uma prática eficiente no controle das plantas indicadoras, principalmente no sistema pré - germinado. Também o uso de marrecos de Pequim e a rizipiscicultura, foram apontadas pelos agricultores como práticas eficientes para o controle de plantas indicadoras, essas técnicas serão descritas adiante.

4.2.2.9 Parasitas e doenças do arroz

Sobre o ataque de parasitas na lavoura de arroz ecológico, os informantes relataram que os problemas não são tão sérios. Há ocorrência, porém nada severo que chegue a prejudicar a produção. Nos primeiros anos os problemas foram maiores, mas com o passar do tempo, o ataque de pragas e doenças foi reduzido e menos impactante. Quando ocorre a presença de parasitas como a bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*) e a lagarta militar (*Spodoptera* spp), são controlados pelo manejo com água de irrigação e a época de plantio. Na Coopan, segundo Boza (2009) a presença de inimigos naturais na lavoura exerce a função de predação das lagartas.

No geral não temos problemas com pragas e doenças nosso maior problema é com a bicheira-da-raiz e com a lagarta, que ataca o arroz quando é novo. Controlamos com manejo da água, retirando a água aos 30 dias. Para prevenção das lagartas atentamos ao sinal das garças, se tem garça, tem lagarta, a garça é um sinalizador, porque a garça se alimenta das lagartas. Ao sinal subimos um pouco a lâmina de água, a lagarta não conclui o ciclo, porque não sobrevive na água (BOZA, 2009).

Uma alternativa para controle dos adultos da bicheira-da-raiz, é a aplicação de agentes entomopatogênicos como *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*. Mas ressalva-se que os resultados promissores foram obtidos em laboratório e é preciso aprimorar a metodologia de aplicação dos agentes a campo (EPAGRI, 2002).

É importante e oportuno, neste tópico, fazer referência a Francis Chaboussou e sua relevante contribuição científica denominada “teoria da trofobiose”. Suas experiências demonstraram uma correlação estreita entre a intensidade de ataque de parasitas e o estado nutricional das plantas, porque os parasitas não têm capacidade de digerir elementos complexos. Isso devido a seu equipamento enzimático ser carente ou

insuficiente em enzimas proteolíticas, que desdobram as proteínas em substâncias mais simples, como os aminoácidos livres, açúcares solúveis. A aplicação de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos provoca nas plantas uma desordem metabólica que desregula os mecanismos de proteólise (quebra de proteínas) e proteossíntese (síntese de proteínas) nos tecidos vegetais, sobrando nutrientes solúveis na seiva das plantas. Nesta condição, a planta passa a disponibilizar aos parasitas (insetos, ácaros, fungos e bactérias) uma “seiva enriquecida”, contribuindo para a sua proliferação. Portanto a questão chave para a proteção das plantas é desenvolver processos produtivos que permitam à planta formar substâncias mais complexas como as proteínas, em outras palavras a um estado de proteossíntese.

Para alcançar o equilíbrio entre proteossíntese e proteólise, as plantas precisam ser nutridas adequadamente, crescer em ambientes equilibrados, principalmente em relação ao solo, que precisa estar em condições de fornecer as plantas à nutrição adequada. Portanto o equilíbrio da composição mineral do solo é primordial. O meio para alcançar a fertilidade crescente do solo é chave, no processo. Num manejo ecológico, a fertilidade do solo deve ser orientada por práticas ecológicas, considerando e promovendo a atuação dos microrganismos do solo que tem papel relevante na intensa atividade biológica e contribuem para a biocenose.

Nossa referência a “teoria da trofobiose”, significa dizer que mais importante que combater as pragas é promover a saúde do solo e das plantas.

4.2.2.10 Vegetação ao entorno

Observando o ambiente com produção de arroz convencional e as áreas com cultivo ecológico, nessa última há maior diversidade de espécies vegetais. Na COOPAN há presença significativa da espécie pioneira a leguminosa Maricá (*Mimosa bimucronamta* De candolle), que são preservadas ao entorno das várzeas.

O mesmo ocorre na Fazenda Capão Alto das Criúvas, ao redor dos quadros de arroz irrigado é preservado a vegetação segundo Volkmann. “*As matas ao redor dos tabuleiro de arroz, funcionam como a mata ciliar ao redor dos rios. preservamos os maricás, inclusive esta planta na ecologia é classificada como planta de berçário* (VOLKMANN, 2009).

No assentamento Filhos de Sepé, os bosques próximos as várzeas são preservados, para manutenção da biodiversidade, segundo Zang

(2009) “*É importante criar um ambiente de cooperação, não deixamos árvores isoladas próximas aos banhados, mas buscamos preservar os bosques, as árvores juntas trabalham com princípio da cooperação*”.

Em todos os locais a vegetação nas taipas é preservada com intuito de promover diversidade no sistema. Na COOPAN a taipa tem mais de um metro de largura, todas com cobertura vegetal, segundo Boza (2009), a altura e a biomassa das taipas formam um cordão vegetal.

A presença da vegetação ao redor das várzeas pode constituir-se como um cordão vegetal de isolamento para evitar a contaminação por herbicidas usadas pelos vizinhos.

Nas experiências visitadas e de conteúdo holístico em que o arroz ecológico se insere, é indispensável à presença de ampla e heterogênea arborização, dentro e fora das lavouras de arroz. É o berço natural dos organismos que equilibram o ambiente e protegem as culturas, se manejadas racionalmente.

Embora nas unidades com produção ecológica haja o intuito de preservar a vegetação, este tema merece maior atenção, pois a biodiversidade é uma necessidade na produção sustentável. Nesse sentido Fukuoka (1995) em seu livro intitulado *Agricultura natural: teoria e pratica da filosofia verde* enfatiza a importância de além dos campos com plantações, criar florestas aos arredores visando diversificar e enriquecer o ambiente.

Um conceito que pode ser incorporado ao sistema de arroz irrigado é a agrossilvicultura. Neste sentido, Milz (1997 apud PROCHNOW, 2002) se refere à integração de agrossilvicultura com arroz realizada pela agricultura tradicional asiática que desenvolveu sistemas sustentáveis de cultivo de arroz, que se aproximam muito do estado natural em que esta gramínea cresce. Os agricultores da região constroem terraços, desviando arroios e inundando parcelas para o crescimento do arroz. Cada parcela, uma da outra, esta dividida por camalhões onde se cultiva bananas, coco e outras árvores e arbustos, e ainda hortaliças. Quando inicia a chuva, a vegetação dos camalhões é podada radicalmente e se semeia o arroz. Enquanto o arroz conclui seu ciclo fisiológico a vegetação rebrota. Após a colheita do arroz os agricultores semeiam adzuk (feijão) e finalmente quando o feijão é colhido as árvores fecham o espaço. E novamente na época das chuvas inicia a poda da vegetação.

4.2.2.11 Marreco de Pequim (*Anas ssp*)

O marreco de Pequim, ave originária do nordeste asiático, é utilizada em consórcio com arroz irrigado pré-germinado a mais de quatro mil anos em plantações da China, como eficiente agente biológico, para controle das invasoras, pragas e na redução de tempo no preparo do solo (INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ, 2002).

O uso de marreco-de-Pequim em áreas de arroz no período de entressafra é uma prática usual para muitos produtores de Santa Catarina e RS. Estudos da EPAGRI e IRGA têm comprovado a eficiência do marreco no controle de plantas indicadoras, especialmente arroz vermelho e na redução de algumas pragas (SOSBAI, 2004).

Essa técnica foi experimentada no assentamento Filhos de Sepé, em quatro hectares. A avaliação de Zang (2009) é que os marreco pelo hábito de revirar o solo na procura de alimentos como sementes, ervas e pequenos animais como os caramujos e outros substituem os produtos químicos, limpam, preparam e fertilizam o solo para o plantio. Os marreco foram menos atacados por predadores que no sistema da rizipiscicultura.

Segundo Pettine e Ribeiro (2005) e Noldin et al (2004) o consórcio de arroz com marreco durante a fase vegetativa e principalmente, no período pós colheita proporciona: redução em 80% da infestação com arroz vermelho; controle da bicheira da raiz; ochetina, caramujos e controle muito eficiente quando utilizado na safra do arroz para controle do percevejo do colmo (*Tibraca limbativentris*); aumento da fertilidade da área representado pela produtividade da área superior a média; retorno de recursos com a comercialização de carne e ovos.

Os problemas de manejo observados pela experiência de Zang (2009) é que as aves foram adquiridas adultas e permaneceram pouco tempo nos quadros de arroz, apenas 30 dias. Mas segundo o IRGA (2010), os resultados são melhores quando as aves são colocadas com vinte dias de vida e permanecem no arroz no mínimo 90 dias. Para o RS o ideal é colocar os animais no final de dezembro, durante o estágio vegetativo da planta e permanecer na lavoura após a colheita até a proximidade do próximo plantio.

As aves podem ser adquiridas com um, sete ou quinze dias de vida, quando adquiridas com um ou sete dias, requerem cuidados maiores, até completar quinze a vinte dias. Nesse período são sensíveis à umidade, devem ser mantidas confinadas, abrigadas do vento, frio e chuva, aquecidas a (35°), com água e alimento. A partir dos 20 dias os marreco são soltos na lavoura. À tarde são recolhidos ao abrigo e na

manhã seguinte são novamente conduzidos à lavoura. Esse processo é para habituá-los a ir e vir da lavoura. Após alguns dias as aves fazem o itinerário sozinhas sem necessidade de condução (PETTINE; RIBEIRO, 2005).

A quantidade de marrecos é de 40 animais por ha, mas o número pode ser aumentado, dependendo do nível de infestação das plantas indesejáveis e pragas nos quadros.

O uso de marrecos pode ser uma alternativa de controle biológico para o GGAE, porém deve ser pensado no processo de comercialização para a carne e ovos dos animais.

Para a comercialização os marrecos de Pequim devem estar com um peso de 2,2 kg e boa aparência para comercialização. Caso não tenham o peso desejado depois de retirado das quadras de arroz, faz-se necessária uma alimentação suplementar nos últimos 10 a 15 dias fornecendo: restos de comida, de verduras e frutas e ração para aves. É aconselhado o uso de ração específica para marrecos (PROCHNOW, 2002).

4.2.2.12 Rizipiscicultura Orgânica

A rizipiscicultura foi a proposta técnica inicial para iniciar a produção ecológica do arroz na COOPAT. Grupo do arroz ecológico do Assentamento Filhos de Sepé e na unidade produtiva de Becker, do assentamento Pontal do Tigre.

O primeiro passo foi a adequação dos quadros de arroz para o cultivo de peixes, que segundo Boll et al. (2002) deve ser instalado e preparado como um viveiro para piscicultura, e do mesmo modo os quadros devem ser instalados de maneira que se tenha controle da entrada e saída de água.

Os seguintes aspectos devem ser observados:

1. Evitar áreas planas. Os quadros ou parcelas deverão apresentar declividade entre 1% e 2%.
2. O tamanho da parcela de 500 a 5.000 m² e as parcelas deverá ser contíguo e de fácil adequação.
3. Evitar áreas sujeitas à inundação.
4. A variedade de arroz deve ser resistente ao acamamento.

A primeira operação necessária é o reforço das taipas para uma altura mínima de 50 a 80 cm, considerando que, na época de entressafra a altura da lâmina de água no quadro deve ser de 30 a 50 cm., comparada com a época do cultivo do arroz, onde a lamina de água fica

com 20 cm. É importante que as taipas sejam bem compactadas para favorecer a impermeabilização.

Outra operação essencial é a construção do refugio na lateral de maior comprimento do quadro. Refugio é um local mais profundo do quadro onde não é plantado arroz. Serve como refugio aos peixes quando for necessário o rebaixamento da água por ocasião da colheita e/ou despesca. O refugio facilita a coleta dos peixes sem submetê-los a um estresse muito grande e protege os peixes em relação à mudança brusca da temperatura.

A terra retirada das quadras para construção dos refúgios pode ser utilizada para elevação das taipas. De preferência o refúgio deve ser construído dentro de cada quadro, sendo recomendada sua construção paralela à taipa de maior comprimento e próxima a primeira fileira de arroz, ocupando de 4 a 8% da área total do quadro. A profundidade do refugio abaixo do nível do quadro vai depender das variações da temperatura, quanto maior a temperatura, mais fundo deve ser o refugio, em média e adotado de 40 a 70 cm. Outro aspecto importante é que o fundo do refugio não deve estar abaixo do nível do fundo do canal de drenagem do quadro, visto que é necessária a drenagem completa do refugio para a coleta dos peixes (BOLL et al, 2002; COTRIM et al. 2001).

Outro aspecto importante a ser considerado é em relação ao manejo da água. Na rizipiscicultura é importante que o agricultor possa fazer um controle apurado sobre as vazões de entrada e saída da água nos quadros de arroz (INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ, 2002).

É sempre preferível que o abastecimento de água e a drenagem de cada refúgio e quadra, se dêem de forma independente das outras quadras, sendo que na drenagem, o esvaziamento de preferência seja realizado a noite e de forma lenta, para evitar a perda de peixes (PROCHNOW, 2002).

A irrigação definitiva da lavoura inicia 10 a 15 dias após a semeadura e é após este período que se faz a estocagem dos peixes na lavoura. Conforme o crescimento do arroz e suas exigências, a lâmina de água é elevada, devendo atingir 15 a 20 cm após dois meses de cultivo. O nível da água deve ser o mais constante possível para cada estádio, pois se ocorrer drenagens bruscas, os peixes podem morrer ilhados, em poças no interior dos quadros, caso o terreno não seja bem nivelado. Oscilações da lâmina de água maiores que 1,2 cm/dia causam estresse aos organismos aquáticos prejudicando seu crescimento (EPAGRI, 2002).

Sobre o manejo com os peixes o início se dá com a escolha das espécies a serem utilizadas e as respectivas densidades de estocagem. Devido à diferença de hábitos alimentares entre as espécies é interessante o policultivo. A carpa comum é uma das espécies comumente empregadas.

Para o povoamento dos quadros com alevinos, os agricultores tiveram que os adquirir em locais idôneos. Nesse sentido, cuidados precisam ser dispensados em relação ao transporte de alevinos. O mais comum é o transporte em sacos de plásticos com oxigênio. O povoamento é realizado nas horas mais amenas do dia ou em dias nublados.

O processo de soltura inicia colocando-se os sacos de plásticos na margem dos refúgios, flutuando na água cerca de 30 minutos, o que permite o equilíbrio entre as temperaturas da água do interior do saco de plástico e a água dos quadros. Após, os alevinos são soltos lentamente, mantendo os sacos de plásticos ao nível da água do quadro e permitindo que os mesmos nadem para fora das embalagens.

Em todas estas unidades produtivas foram colocados de 3000-5000 alevinos com 5 a 6cm, as espécies utilizadas foram (*Cyprinus carpio* variedade húngara), carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*), carpa cabeça grande (*Aristichthys nobilis*) e carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), na porcentagem de 70, 20, 5 e 5% respectivamente. Seguindo a recomendação de Cotrim et al. (2001), as espécies foram colocadas nos quadros 20 dias após o plantio do arroz pré - germinado, nestes locais a rizipiscicultura teve bons resultados no preparo do solo, controle das plantas indicadoras e diminuiu os custos de produção; em todos os casos as dificuldades foram com o ataque de predadores aos alevinos.

Diante dessa dificuldade, a COOPAT e o Assentamento Filhos de Sepé não trabalham atualmente com a rizipiscicultura. O Assentamento Pontal do Tigre, inseriu em 2010 o “sistema alternativo”, que segundo Epagri (2002) e Cotrim et al. (2001) consiste no aproveitamento do mesmo espaço, para a produção do arroz e do peixe, porém em épocas diferentes. Os peixes (poliarpas) são colocados nos quadros após a colheita do arroz na mesma proporção do sistema básico, porém maiores (5 cm) a expectativa é que o tamanho dos peixes diminua o ataque de predadores. Experimentos realizados por Marchezan et al. (2006) confirmam menor ataque de predadores aos alevinos colocados na resteva do arroz.

Na Ásia onde a rotação de culturas de arroz e peixe é dominante, as socas de arroz são amarradas e empilhadas dentro dos quadros. Dessa

forma a decomposição da palha é gradativa e retardada e servem como promotores da produtividade primária, reduzindo o problema com substâncias tóxicas liberadas pela palha (EPAGRI, 2002).

Há possibilidade de introduzir espécies nativas no consórcio, estudos realizados por Marchezan et al (2006) com carpa húngara (60%), capim (20%), prateada (5%), cabeça grande (5%) e Jundiá (*Rhamdia quelen*) na proporção de 10%. Nesse consórcio o Jundiá obteve maior taxa de sobrevivência, podendo estar relacionada à preferência dessa espécie por águas calmas e de fundo, saindo à noite a procura de alimento, estando assim menos susceptível ao ataque de predadores.

Covazin (2009), do assentamento 19 de Setembro, do município de Guaíba (RS), realizou experiências no ciclo básico, ciclo alternativo e um terceiro que vem sendo estudado e testado e segue os seguintes passos:

Densidade e alevinagem

a) Ciclo básico ou completo: os alevinos são colocados em torno de 25-35 dias após a semeadura do arroz, com o quadro alagado, quando as plantas atingiram uma altura de aproximadamente 20 cm. Neste ciclo são colocados de 3000 a 4500 alevinos de 5-6 cm por hectare. Uma densidade maior é para compensar as perdas por predadores.

b) Ciclo Alternativo 1: os alevinos são colocados após a colheita do arroz, depois do rebrote do arroz. Neste ciclo obtêm-se bons resultados com uma densidade de 2000 alevinos por hectare com 15 cm de comprimento.

c) Ciclo Alternativo 2: na despesca os peixes com peso inferior a um quilo são levados para um conjunto de tanques onde permanecem até o final de maio (final da colheita); quando estes peixes voltam novamente para a lavoura inundada e lá permanecem até outubro ou novembro (nova despesca), quando é feito o novo plantio e assim sucessivamente. A densidade neste ciclo fica na ordem de 50% do ciclo completo.

Porcentual e função de cada espécie

Para um bom preparo do solo e transformação da matéria orgânica, com a densidade sugerida antes, utiliza-se 70% de carpa húngara (*Cyprinus carpio* variedade húngara): espécie considerada como a mais importante do sistema. Faz um eficiente “preparo de solo”,

tem hábito alimentar onívoro, que come de tudo, na procura por alimento come o lodo, separa o alimento deste, regurgita e devolve as sobras. Neste processo alimentar revolve (fuçando) o solo, na procura de alimentos, como insetos, organismos aquáticos e as sementes das invasoras, como arroz vermelho.

Da carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*), são 20% , esta espécie apresenta hábito alimentar herbívoro, se alimentando de vegetais superiores (capins e outras gramíneas e folhagens de leguminosas, certas plantas aquáticas, frutos, algumas raízes e tubérculos). Produz uma alta quantidade de fezes, contribuindo significativamente para fertilização do terreno.

A Carpa Prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) é usada na porcentagem de 5%, esta espécie possui hábito alimentar fitoplantófago. Espécie filtradora. Ao filtrar grandes quantidades de água, consome algas unicelulares, pequenos organismos de zooplâncton e partículas de detritos orgânicos em suspensão.

Da carpa-cabeça-grande (*Aristichthys nobilis*), é colocada no sistema na porcentagem de 5%, este peixe cresce rapidamente. Com hábito alimentar parecido com a carpa prateada, após um mês de idade se alimenta preferencialmente de zooplâncton pequeno e médio.

Semeadura do arroz

O solo preparado pelo peixe no mês de outubro ou novembro, recebe o arroz pré-germinado, sem uso de máquinas, embora, naturalmente, a semeadura pode ser realizada com máquinas. De 20 a 30 dias após a plantação, quando a cultura já está bem estabelecida, o nível de água do tabuleiro é aumentado gradativamente. Com isso, os peixes (nesta época ainda alevinos) saem do refúgio e começam a entrar no arrozal.

Daí por diante, os peixes ficam na área até o próximo plantio do arroz, atingindo um bom estágio de desenvolvimento e contribuindo em muito com a cultura.

Quando atingem um bom desenvolvimento, inclusive tendo se alimentado das perdas da colheita e demais restos, a lâmina de água é baixada e os peixes são transferidos para um açude e feita a terminação.

Benefícios obtidos, através das observações feitas no momento da despesca

1. O trabalho de preparo do solo foi realizado pelos peixes (formação de lodo e eliminação rastro de colhedeira). Os peixes realizaram um excelente trabalho de formação de “lodo ou lama”, com uma camada em torno de 5-10 cm, apresentando aspecto que o solo foi regurgitado, com uma parte de matéria orgânica mineralizada.
2. Os peixes consumiram a resteva e as plantas indesejadas, inclusive chapéu de couro, planta aquática.
3. Alto nível de matéria orgânica: logo abaixo do “lodo”, havia uma camada com aproximadamente 5-10 cm de matéria orgânica, com raízes do arroz ainda ancorada ao solo e parte da resteva como material mais grosseiro em processo de decomposição.

Os limites detectados no processo da rizipiscicultura desenvolvida pelo GGAE foi o ataque dos predadores aos peixes, principalmente na fase inicial, alevinos com 5-6 cm. A presença de predadores foi uma parte da agroecologia desconsiderados pelos agricultores, pois a população é do tamanho da disponibilidade de alimentos e isso é essencial. Nesse sentido pesquisas devem ser direcionadas para amenizar o ataque de predadores. Outra questão é a possibilidade da substituição das espécies exóticas, por espécies nativas.

Assim como os marrecos, o uso dos peixes são técnicas importantes no processo da produção ecológica do arroz. O GGAE deve revitalizar a discussão nesse sentido e acrescentar novas experiências à desenvolvida por Covazin (2009). O problema com predadores não pode encerrar a proposta que é importante sob três aspectos: produção de alimento com alto valor protéico (peixe); fonte de renda na entresafra do arroz; controle biológico e limpeza das áreas.

4.2.2.13 Colheita e secagem

A colheita é feita de forma mecanizada. O arroz é colhido com umidade entre 17-23%.

Na recepção do produto é avaliada a umidade, impurezas, renda, rendimentos e defeitos. A secagem inicia até 24 horas após a colheita. A função dos secadores é reduzir a umidade do arroz para 13%.

Através de projetos junto ao INCRA e BNDES, as unidades produtivas investiram em silos secadores, onde a secagem é realizada

em camadas, não ultrapassando 1,5 metros de altura da camada de grãos no silo secador de fluxo axial. Após a secagem remove-se o produto para o silo de armazenamento definitivo.

Na secagem, o ideal é secar o grão até 12% de umidade. Depois de seco, reduz-se a temperatura de armazenagem para evitar a proliferação de insetos. Na armazenagem é usado terra de diatomáceas, na dosagem de 1 kg por tonelada, para controle de insetos.

4.2.2.14 Custo de produção

Indagou-se aos agricultores se a produção ecológica de arroz, além dos benefícios ambientais, sociais, políticos, é também economicamente viável. A resposta foi a de que o arroz é a principal fonte econômica para sustentação de suas famílias. Nesse sentido, Gadea (2009), do EEA-IRGA, afirma que para que o arroz, no método convencional de produção, cubra os custos é necessário que a produtividade seja superior a 5.000kg/ha, porque o custo fica em torno de R\$ 25,00/saca de 50 kg.

Por outro lado, as informações da Revista Planeta Arroz (BRASIL,2008) descreve que a média de produtividade da cultura no modelo convencional, no Brasil em 2008, foi de 4.083 kg por hectare.

Em Querência do Norte-PR, o custo para a safra 2010/2011, projetado pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, fica em R\$ 2.967,66/ha ou R\$ 29,67 a saca de 60 kg, com produtividade média de 6000 kg/ha.

Considerando a importância do assunto, buscou-se também informações sobre o custo de produção no sistema convencional, no assentamento Pontal do Tigre em Querência do Norte. De acordo com três agricultores entrevistados, a produtividade média obtida no convencional é de 100 scs/60kg/ha, o custo da saca fica em torno de R\$ 32,00 ou R\$ 3.200,00/ha. O preço pago aos agricultores pela saca é de R\$ 38,00, são necessárias em média 84 sacas, das 100 produzidas para cobrir o custo da produção. Sobram 16 sacas por ha, no modelo convencional. Vendidas a R\$ 38,00 cada saca, a renda por hectare fica em torno de R\$ 610,00.

Na produção ecológica, segundo Zang e Boza (2009) a relação custo e benefício é diferente:

O custo de produção médio por hectare é de R\$ 1.200,00 para uma produtividade de 85 sacas por hectare. O preço pago pela saca de 50 kg é de R\$ 30,00, o produto ecológico tem um acréscimo de 15%.

Portanto em torno de 40 pagam o custo de produção, sobram 45 sacas, que geram uma receita líquida de R\$1.350,00 por hectare.

Segundo Boza (2009) o arroz cateto é vendido a um preço melhor de R\$ 45,00 a R\$ 70,00 a saca de 50 kg.

4.2.2.15 Infraestrutura/comercialização e certificação

O GGAE, estrategicamente, apostou no controle de todas as fases produtivas e depois de superados os maiores desafios técnicos na produção do arroz. A partir de 2008, a atenção foi dirigida para as questões estruturais como: secagem, armazenagem e na gestão de comercialização. O primeiro passo foi em relação à infraestrutura necessária de secagem e armazenagem, sendo que a constatação feita pelo GGAG é da necessidade de apoio das políticas públicas. Nesse sentido, para viabilização da infraestrutura foram acessados recursos de apoio junto ao INCRA e BNDES. A situação atual é demonstrada na Tabela 1:

Tabela 1 : Estrutura de secagem e armazenagem

Locais com estrutura de secagem armazenamento	Capacidade de armazenagem (scs)	Capacidade de beneficiamento
COOPAT	15.000	30sc/hora
COOPAN	50.000	210 sc/hora
COOPAT	15.000	
Total	80.000 sc	

Fonte: Seminário do Arroz Ecológico (2010)

São três unidades de processamento localizadas na COOTAP, COOPAN e COOPAT. A capacidade atual de secagem e armazenamento nestes locais corresponde a 45% da produção esperada para a safra 2010/2011 oriunda do GGAE, que deve chegar a 250.000 sacas de 50 kg. Os 55% restantes serão armazenada em edificações alugadas. Para completar a infraestrutura necessária, dois novos projetos estão em fase de avaliação, sendo um projeto junto ao INCRA com capacidade de secagem/armazenagem de 30.000 sacas e um segundo projeto junto ao BNDES.

A comercialização do arroz no Estado do RS, historicamente, foi controlada pelas empresas beneficiadoras de arroz – os engenhos que também controlam o financiamento à rizicultura. O controle do financiamento dá a estes engenhos o controle do processo de comercialização do arroz em casca e beneficiado - os empréstimos são

concedidos em condições extremamente adversas aos rizicultores, basicamente sendo obrigados a vender a sua produção a um preço prefixado e num determinado prazo aos comerciantes financiadores.

Portanto, quanto maior é o significado do financiamento dos engenhos à produção rizícola, maior torna-se o seu poder oligopólio no mercado de compra do arroz do produtor agrícola.

Diante dessa realidade, o GGAE, estabeleceu um Programa para Comercialização do produto. Está incluído no programa um política de preço estabelecido pelo grupo: para o grão o mínimo de R\$ 33,00 e para a semente R\$ 37,00. Uma marca única e regional e o selo de produto certificado.

A comercialização do arroz é realizada em território Nacional e Internacional. Os compradores em território brasileiro geralmente pagam de 15 a 20% a mais pelo produto orgânico e o cateto agrega mais valor, enquanto o agulhinha é vendido a R\$ 35,00 a saca, o cateto chega a R\$ 70,00 a saca.

Outro elemento que merece destaque é a comercialização do arroz orgânico no mercado brasileiro, visando atingir as classes mais desfavorecidas economicamente. Nesta perspectiva ideológica o grupo está buscando mercados mais próximos as suas bases, como a merenda escolar. Em 2006, o grupo iniciou um trabalho com a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, através do Programa de Aquisição de Alimentos – PAA, fornecendo arroz na modalidade “Compra Direta” ou formação de estoque. Para o orgânico a CONAB acrescenta 30% a mais pelo arroz beneficiado. O limitante da venda para CONAB é o valor para cada agricultor, sendo R\$ 3.500,00 por agricultor e isso não fortalece de fato a produção orgânica no nível de comercialização, mas como a maior porcentagem (30%) provém desse programa toda a produção possível é vendida para CONAB.

A atividade se mostra promissora, no entanto, além dos esforços por parte dos agricultores, depende de políticas públicas que favoreçam a soberania alimentar do país.

Atualmente, a comercialização está a cargo de um grupo que representa o GGAE, que se reúne uma vez por mês para planejamento das ações. O Grupo Gestor conta com três unidades de processamento localizadas na COOTAP, COOPAN e COOPAT.

Na perspectiva de agregar valor ao arroz ecológico, devido sua capacidade e possibilidade de transação, é que surgiu a demanda da certificação da produção. No início, a discussão foi problemática, pois o objetivo era realizar a certificação solidária, um reconhecimento tipo rede Eco vida e a possibilidade concreta em 2002/2003 era a certificação

com o Instituto de Mercado ecológico – IMO, a qual, de início, instruía todas as atividades relacionadas à certificação. Com o passar dos anos a COCEARGS foi adquirindo experiência no processo de certificação, culminando na safra de 2008/2009 na criação de um Sistema Interno de Controle (SIC). O SIC é uma espécie de mini certificadora, que realiza 100% das inspeções internas (auditorias) nas unidades produtivas do GGAE, por sua vez a IMO inspeciona 10% (inspeção externa). O sistema gerou mais autonomia, criou um processo participativo de certificação do grupo. Dessa forma as responsabilidades são divididas entre os agricultores, salvo os trabalhos técnicos. A COPTEC e o setor de produção têm nesse processo a responsabilidade de organizar os intercâmbios, trocas de experiências, dias de campo.

Atualmente 75 famílias possuem status de produtores de alimentos agroecológicos, podendo comercializar arroz com selo orgânico nos mercados brasileiro, europeu, norte-americano e japonês e 136 encontram-se em processo de certificação.

A partir do Seminário do Arroz Ecológico em 2010, ficou estabelecido uma marca única e regional e selo (Fig. 10).



Figura 10 - Embalagem do arroz orgânico
Fonte: Seminário do arroz ecológico (2010)

5 DISCUSSÃO

A “Revolução Verde”, associada à Fundação Rockefeller e Ford, foi a expressão da expansão do capitalismo no setor rural. Ela foi implantada a partir do final da Segunda Guerra Mundial, tendo uma ênfase marcante nos anos de 1950 a 1970. Conforme destacam Brum (1988) e Brown (1970) a Fundação Rockefeller patrocinou projetos pilotos em locais estratégicos, como América Latina, África e Ásia.

O grande desafio tecnológico da “Revolução Verde” foi desenvolver novas variedades de cereais que respondessem favoravelmente aos fertilizantes e se adaptassem a todas as regiões do mundo, portanto o grande componente foi criar variedades de baixa estatura sem fotoperíodo (BROWN, 1970).

O início foi no México, em 1943, onde quatro cientistas norte-americanos, financiados pela fundação Rockefeller e encabeçados pelo Dr. George Harrar, puderam desenvolver um cultivar de trigo de alta produtividade, os trabalhos continuaram com Dr. Orville Vogel, do Departamento de Agricultura dos EUA, e o Dr. Norman Borlaug. Cruzaram com êxito, cultivares de trigo de alto rendimento com variedades anãs adequadas às condições tropicais, nas estações experimentais do México. Estes locais de investigação se converteram em 1954 no Centro Internacional de Melhoramentos do Milho e Trigo (CIMMYT- Centro de Mejoramiento de Maíz y Trigo) (HOBELINK, 1990).

Com o êxito dos cultivares de trigo de alta produtividade, as fundações Rockefeller e Ford uniram seus esforços e, em 1962, criaram, na Filipina, o Instituto Internacional de Pesquisa do Arroz (IRRI – International Rice Research Institute). Na Colômbia, para atuar na pesquisa, foi criado o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), assim a pesquisa foi sendo internacionalizada através de vários centros internacionais (BROWN, 1970).

No Brasil, em 1950 foi criada a ABCAR, mais tarde transformada na Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMBRATER. Estendida a diversos estados como Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER. No ano de 1971 foi criado a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

No caso específico do arroz após a fundação do IRRI, o objetivo dos pesquisadores foi produzir uma variedade de arroz anão cosmopolita, reuniram cerca de 10 mil variedades de arroz provenientes de todas as regiões do mundo e iniciaram um vigoroso processo de

cruzamento (BROWN, 1970). O melhor resultado foi com o cruzamento do “Peta”, uma variedade alta da Indonésia e o “Dee-Geo-Woo-Gen”, uma variedade anã de Taiwan, que se supunha trazida do sul da China há vários séculos. Este novo cultivar deu origem ao IR-8 (lançado em 1966), muito suscetível a pragas e doenças (BROWN, 1970).

No entanto o envio do IR- 8, para todos os cantos do mundo, embora com elevado custo ambiental, foi justificado pela necessidade de aumentar a produção de alimentos.

As variedades oriundas do melhoramento genético da Revolução verde são também chamadas de variedades de alta produtividade (VAPs), o que não é verdadeiro, porque as novas sementes não alcançam produtividades por si mesmas, mas são variedades que respondem bem ao uso de insumos, então deveriam ser chamadas de variedades de alta resposta aos insumos (VAR) e não de alta produtividade, visto que o aumento da produtividade é praticamente insignificante, se comparada ao aumento no uso de insumos (SHIVA, 2000).

Na Índia, que cultivava há 50 anos em torno de 330.000 variedades diferentes de arroz, com o cultivo do arroz da “Revolução Verde”, ficaram somente 50 variedades para o ano 2000. As novas variedades lançadas pelo IRRI, no Sudoeste da Ásia, divulgadas como resistentes às pragas específicas e cultivadas em vastas extensões, foram infestadas por pragas que superaram a resistência (HOBELINK, 1990).

Com a substituição das variedades indígenas e tradicionais, tidas como locais, pelas variedades modernas acompanhadas das práticas desenvolvidas pela agricultura moderna, que desprezam as práticas tradicionais de fertilidade do solo, como uso da compostagem e adubação verde, rotação de cultura, controle de parasitas, ocorre a perda da diversidade genética, culminando em poucos tipos de cultivo e poucas variedades (BOEF, 2007).

Uma das consequências da perda da diversidade genética, é que as pragas e doenças têm sido capazes de superar tudo o que a ciência agrícola lançou sobre elas; como o arroz no sudoeste da Ásia, cada variedade nova de arroz dura apenas dois ou três anos antes de seu nível de resistência ser superado pela evolução da praga (GLIESSMAN, 2001).

Durante os últimos 40 anos, as perdas, devido aos insetos dobraram, apesar de um aumento de 10 vezes na quantidade de inseticidas utilizados. As pesquisas apontam que a biodiversidade ajuda no controle de doenças vegetais. Uma variedade de arroz selvagem da

Índia salvou a produção de arroz de diversas produções de arroz da Indonésia, Sri Lanka, Índia, Vietnã e Filipinas atacadas por viroses, somente a variedade de arroz selvagem em 6000 testadas, apresentou resistência (SHIVA, 2000).

Para implantação da “Revolução Verde” em vários países criaram-se políticas de crédito subsidiado: o agricultor tinha o compromisso, na contratação desses créditos, de adquirir os produtos oriundos da “Revolução Verde”.

Na Índia, em 1979/80, o governo utilizou em torno de 65% dos gastos totais com subsídios em alimentos e fertilizantes, foram 1.450 milhões de rúpias para subsidiar a importação de insumos como fertilizantes, e 5600 milhões em subsídios para que os consumidores comprassem alimento produzido com altos custos de produção. Como resultado milhões de Hindus sofrem de desnutrição (HOBELINK, 1990).

Nas Filipinas o Programa de Crédito Masagna 99 foi criado para promover a “Revolução Verde” e introduziu os chamados “cultivares de alta produtividade” – CAPs (High Yielding Varieties – HYVs) . Para cultivo dos CAPs, era necessário recorrer a gastos importantes, o programa destinou empréstimos para financiar seu cultivo. Em pouco tempo muitos agricultores começaram a plantar os CAPs, já que nenhum banco rural facilitava empréstimos para o cultivo das variedades tradicionais. Em 1979 o número de agricultores que solicitavam empréstimos diminuiu em 20% em relação ao grupo que inicialmente fez uso do programa. Na década de 1990, a concessão dos empréstimos, através do programa, chegou à zero. Os agricultores, simplesmente não puderam pagar (HOBELINK, 1990).

O mesmo ocorreu com a política de crédito no Brasil. É um período que coincide com a ditadura militar, quando o subsídio atingiu até 100% sobre o total financiado.

O setor financeiro estendeu sua presença, pela multiplicação de agências bancárias e de postos avançados, em especial o Banco do Brasil S.A., que fornecia créditos fáceis e juros baixos. Esses foram fatores decisivos à modernização da agricultura no País, assim foi para o trigo e a soja (1969 em diante) e a partir de 1979 para outras culturas e criação de animais, também créditos para aquisição de maquinários e insumos como fertilizantes, sementes e agrotóxicos (BRUM, 1988).

Os créditos eram fornecidos a valor constante, isto é, sem correção monetária e a juros que variavam de 5% a 11%, segundo a finalidade do crédito e com inflação de 60% aa.

A primeira lavoura a modernizar-se no Brasil foi a de arroz no RS, e encaixou-se perfeitamente nesta moldura que indicava quem seriam os beneficiários pela política agrícola modernizante-conservadora. Houve o benefício, principalmente, do crédito subsidiado de custeio e investimento e do subsídio na compra de insumos, que tiveram poderosos efeitos no aumento da produção física da área cultivada e da produtividade física e por trabalhador da rizicultura gaúcha (BRUM, 1988).

Para o arroz do RS, foi a partir de 1940, o início do financiamento do custeio agrícola a uma taxa relativamente barata – Juros de 8% ao ano – e dentro de um prazo compatível com o compreendido pelas etapas da produção⁸, bem como a garantia de empréstimos associada à própria colheita e aos meios de produção, e não a terra foi fundamental à consolidação desta cultura no RS. O financiamento de custeio a partir do CREA/BB, criado em 1937, e que a partir de 1942/46 inicia os financiamentos agrícolas subsidiados pela Carteira de Crédito Agrícola e Industrial do Banco do Brasil S.A financiados. O financiamento por banco público à rizicultura no RS, não exigindo a garantia em terras consolidada a produção de arroz baseada no arrendamento capitalista, evitando que o proprietário fundiário desse sua terra em garantia (BESKOW, 1986, p. 91).

Entretanto, a partir de 1980, o subsídio foi sendo retirado progressivamente e rapidamente, pela orientação do Fundo Monetário Internacional – FMI, colocando o agricultor no livre jogo do mercado financeiro. Com aumento das taxas de juros, aumento de máquinas agrícolas, insumos e combustíveis. Consequentemente aumentou-se o custo de produção, aliado às frustrações de safras e queda do preço dos produtos para importação.

Atualmente, o cultivo do arroz irrigado realizado no modelo calcado pela “Revolução Verde” é avaliado como uma das culturas mais contaminantes do ambiente. Um dos problemas diz respeito ao uso indiscriminado de agrotóxicos sintéticos⁸ usados nas lavouras.

⁸ Há quatro principais categorias de agrotóxicos: 1) baseados em extratos vegetais, como a nicotina e o piretro; 2) biológicos oriundos de microorganismos; 3) inorgânicos derivados de

ORTON (2006), em seu documento intitulado “*Os campos assassinos: o efeito dos agrotóxicos na saúde pública*”, menciona que a confiança da opinião pública, com respeito à qualidade dos alimentos, nunca foi tão baixa, pois há evidências epidemiológica de diversas regiões do mundo, as quais ligam principalmente os pesticidas a diversos problemas de saúde, tais como: alergias, problemas no sistema nervoso, inabilidade funcionais, câncer, problemas reprodutivos e nos piores casos a morte. Segundo o autor a organização Mundial da Saúde estima que ocorram anualmente três milhões de casos de envenenamento devido ao uso de agrotóxicos, sendo que destes casos cerca de 20.000 levam ao óbito.

Em junho de 2010, a Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), publicou um relatório que apontou para o uso indiscriminado de agrotóxicos no Brasil, através de novos dados obtidos do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA).

Segundo o relatório, agrotóxicos que apresentam alto risco para a saúde são utilizados, no Brasil, sem levar em consideração a existência ou não de autorização do Governo Federal para o uso em determinado alimento.

Para a realização do relatório, foram analisadas 20 culturas (abacaxi, alface, arroz, banana, batata, beterraba, cebola, cenoura, couve, feijão, laranja, maçã, mamão, manga, morango, pepino, pimentão repolho, tomate e uva). Das culturas analisadas, em quinze foram encontradas, de forma irregular, ingredientes ativos em processo de reavaliação toxicológica junto a Anvisa, devido aos efeitos negativos desses agrotóxicos para a saúde humana.

Estes ingredientes ativos têm elevado grau de toxicidade aguda comprovada e causam problemas neurológicos, reprodutivos, de desregulação hormonal e câncer.

A reavaliação toxicológica de ingredientes ativos de agrotóxicos por parte da ANVISA acontece sempre que há um alerta nacional ou internacional sobre o perigo dessas substancias para a saúde humana.

minerais como o arsênico e o enxofre; e 4) sintéticos. O último grupo é o mais perigoso e dominante, incluído os inseticidas, herbicidas, fungicidas, nematicidas e acaricidas. São fabricados com substâncias químicas, através da combinação de carbono, hidrogênio, oxigênio e outros elementos, especificamente por suas qualidades tóxicas. Incluem: organoclorados, organofosforados, ácidos fenoxiacéticos, carbamatos e piretróides sintéticos. Os agrotóxicos podem apresentar-se em diferentes formas – normalmente como líquidos, mas também na forma granulada e em pó. Eles são pulverizados, aspergidos ou gotejados (*dipped*) e podem ser aplicados anualmente, através de tratores, ou mesmo com o uso de aviões pulverizadores (ORTON, 2006).

O arroz foi uma das culturas analisadas. Dentre as 162 amostras, 44 apresentaram irregularidades, com resíduos de agrotóxicos acima do permitido e ingredientes ativos não autorizados para aquela cultura.

No caso particular do arroz irrigado, produzido no modelo convencional, é um imperativo o uso do Furadan (carbamato) para controle da bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*) do arroz. O furadan é um inseticida que exerce ação biológica principalmente por inibição de enzimas colinesterases. Há inibição da acetilcolinesterase (AChE), que tem ação de degradar o neurotransmissor acetilcolina (ACh). Com a inibição da AChE, acumula-se ACh nos receptores muscarínicos, nicotínicos e no Sistema Nervoso Central. De acordo com o tempo de recuperação da colinesterase, esta inibição pode ser irreversível.

Outros estudos apontam a relação de agrotóxicos com o câncer.

A análise dos dados do registro hospitalar de Câncer realizado pelo Centro de pesquisa Oncologias de Santa Catarina (CEPON), referente aos anos de 2000, 2001, 2002, aponta que em relação à ocupação dos pacientes, o maior número de pessoas com neoplasias malignas eram trabalhadores agrícolas. No ano 2000 dos 1108 pacientes, 263 eram trabalhadores agrícolas. Em 2001, dos 2076 pacientes, 315 eram trabalhadores agrícolas e em 2002 dos 2058 pacientes, 335 eram trabalhadores agrícolas (SERRANO, 2007).

O cultivo do arroz é realizado nos ecossistemas denominados “várzeas e banhados”, que são áreas alagadas e vegetadas permanente ou temporariamente, de solo saturado e rico em matéria orgânica de origem vegetal que resulta num ambiente físico-químico particular, colonizado por uma biota também particular adaptada morfológicamente e fisiologicamente ao hidroperíodo do sistema. A água que abastece os banhados provém de corpos hídricos próximos como lagoas, lagunas, rios e/ou do afloramento do lençol freático e das precipitações pluviométricas. Os banhados podem ter comunicação direta com outros corpos hídricos, desenvolvendo-se na planície de inundação, ligando-se com lagoas e rios apenas no período de cheias, ou serem isolados. O padrão oscilatório natural das águas nos banhados alterna períodos de seca (verão), quando a água é evaporada total ou parcialmente, e períodos de cheia (inverno) decorrente das chuvas. Contudo, a vida nos banhados é perfeitamente adaptada a este ciclo, havendo espécies que vivem no ecossistema durante os dois períodos e outras que o utilizam em apenas uma estação (IBAMA, 2000).

Os banhados atuam como fonte e reservatório de carbono, pois, através da decomposição e respiração dos organismos, liberam para a atmosfera terrestre gás metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂) e, através

do processo da fotossíntese aprisionam o CO₂. Tais processos atuam de maneira importante na composição de gases na atmosfera em fenômenos globais, como “efeito estufa” (IBAMA, 2000).

O Rio Grande do Sul possui importantes remanescentes destes sistemas, totalizando 20 unidades, porém nem todas estão inseridas entre as categorias de Área de preservação, Estação Ecológica, Parque estadual, Refúgio da Vida Silvestre ou Reserva Biológica.

O cultivo do arroz irrigado nessas várzeas/banhados é uma das principais ameaças da região, pois oferecem muitos impactos ao ecossistema, tais como: a redução das áreas úmidas, através da drenagem e retirada da vegetação; compactação e salinização do solo; variação do nível do lençol freático; eutrofização; erosão e/ou assoreamento; envenenamento da fauna e flora. Isso devido à contaminação da água por agrotóxicos; escassez de água, além dos riscos decorrentes da monocultura (IBAMA, 2000).

A rizicultura irrigada tem a água como um recurso primordial para o cultivo e como na sua maioria as lavouras estão localizadas em baixadas às margens de córregos e outros mananciais hídricos e demanda do uso intensivo de agrotóxicos há grande possibilidade das bacias hidrográficas serem contaminadas (NOLDIN et al., 2003).

Já que os recursos hídricos agem como integradores dos processos biogeoquímicos de qualquer região, quando os agrotóxicos são aplicados, os recursos hídricos aparecem como destino final destes compostos, espalhando-se por todo o meio líquido, sendo difícil conter sua dispersão (MACHADO et al., 2003).

Em todos os sistemas de produção convencionais do arroz irrigado em várzeas, são utilizados agroquímicos, tais como herbicidas, fungicidas, inseticidas, adubos químicos. Uma vez que a aplicação destes insumos antecede à inundação da área ou faz-se diretamente na lâmina d'água, como no sistema pré - germinado. Com isso os produtos aplicados podem ser transportados pela água e contaminar o ambiente e afetar os organismos aquáticos. Segmentos da sociedade reivindicam a proibição no uso desses produtos (NOLDIN et al., 2004).

Na segunda metade do século XX, mesmo perante o otimismo em torno da química agrícola de Justus Von Liebig (1803-1873), surgem de forma simultânea, movimentos contrários à adubação química, propondo desenvolver uma agricultura de melhor convivência com os recursos naturais voltada a uma preocupação ambiental.

Há evidências de práticas agrícolas do passado que permaneceram sustentáveis ao longo do tempo, e do conhecimento científico disponível. Trabalhos como de Louis Pasteur (1822-1895), na

área de microbiologia, comprovam a importância de organismos vivos no solo. Igualmente a obra de Charles Darwin, publicada em 1881, *the formation of vegetable mould through the action of worms, with observations on their habits* (a formação do húmus pela ação das minhocas, com observação sobre seus hábitos), ressalta a importância do húmus (EHLERS, 1999).

De acordo com Bonilla (1992), a agricultura orgânica, corrente criada por Albert Howard, micologista e botânico que trabalhou na Índia durante 30 anos, valorizou as práticas agrícolas dos camponeses hindus, que não usavam nem pesticidas nem fertilizantes químicos, porém obtinham plantas vigorosas e saudáveis, sendo os animais desprovidos de doenças. Como fertilizante, os hindus utilizavam um preparado de excrementos animais, com restos de culturas, cinzas, ervas, resultando assim num esterco composto, de onde se origina o termo “composto”.

A teoria da trofobiose (*trofe*, do grego, ideia de nutrição), anunciada pelo francês Francis Chaboussou, na década de 1970/80, é uma contribuição científica relevante para a agroecologia. Chaboussou observou que os parasitas chamados inferiores, como ácaros, insetos, vírus, fungos, não têm um regime alimentar idêntico, mas todos se alimentam de substâncias altamente solúveis presente nos tecidos vegetais, devido seu equipamento enzimático rudimentar, que só assimilam substâncias solúveis (CHABOUSSOU, 2006).

O uso de agrotóxicos e fertilizante provoca desordens metabólicas nas plantas, que desregulam os mecanismos de proteólise (quebra de proteínas) e de proteossíntese, que é a síntese de proteínas. Quando predomina proteólise, os nutrientes na seiva da planta, são solúveis e preferidos pelos parasitas. A propósito, Dufrenóy (1936 apud CHABOUSSOU, 2006, p.74), descreve:

O que varia na célula é a concentração de determinadas substâncias providas do meio exterior. Quando as condições são desfavoráveis, como desequilíbrios na adubação de macro ou oligoelementos, a utilização destas substâncias fica acumulada nas chamadas vacuolares, na forma de sal mineral ou ácido orgânico. A circunstância desfavorável limita a quantidade de citoplasma, limitando o crescimento, nos vacúolos da célula se acumulam compostos solúveis inutilizáveis, que favorecem a nutrição de microorganismos parasitas e diminui a resistência da planta à parasita.

Segundo Machado (2004), referindo-se às teorias da trofobiose; do ciclo do etileno e da transmutação de elementos a baixa energia, evidencia que são pilares importantes da agricultura ecológica.

Widdowson (1993), referindo-se à teoria do ciclo do etileno, relata que quando as plantas estão estabelecidas e crescendo, a atividade de suas raízes é intensa. Nos pelos radiculares destas raízes ocorrem uma proliferação de microrganismos que se alimentam dos exsudatos vegetais e utilizam o oxigênio disponível, com a redução gradativa do oxigênio na rizosfera. Os organismos anaeróbicos iniciam suas atividades e produzem o gás etileno, que penetra nos poros e inativa os organismos aeróbicos, conseqüentemente em solo, bem ventilado, o nível de oxigênio aumenta e o nível de etileno reduz-se, permitindo que os microrganismos aeróbicos aumentem seu predomínio. Em condições favoráveis do solo, isto é, porosidade, o ciclo se repete. À medida que o nível de etileno do solo aumenta, os sais férricos insolúveis são reduzidos a um estado ferroso (Fe^2). O fósforo e o enxofre que formam parte do complexo de sal férrico se fixam nos domínios orgânicos de argila, liberando nutrientes vegetais catiônicos (amônio, cálcio, potássio, etc.) na solução do solo. Como a situação anaeróbica ocorre próxima dos pelos radiculares da planta, onde a atividade é máxima, então os nutrientes estão no lugar exato para serem absorvidos pela planta. Uma vez que se restaura a atividade aeróbica, o ferro ferroso em solução é oxidado, sendo que o fósforo e enxofre não utilizados retornam a forma insolúvel, o que impede ser lavado ou lixiviado (WIDDOWSON, 1993).

A produção de etileno fica restrita com o nitrogênio nítrico, estando livre no solo. Isto acontece nos campos onde foi aplicado fertilizante de nitrato de amônia. Com isso a produção de etileno fica comprometida. Primeiro porque o nitrato afeta de forma adversa na produção de etileno, pois interfere na produção de áreas anaeróbicas. E também porque o nitrogênio amônico dá vantagem às bactérias, que convertem os sais de amônio à forma de nitrato, aumentando os nitratos livres e criando um equilíbrio desigual nos tipos de bactérias (WIDDOWSON, 1993).

Segundo Machado (2004), a partir da década de 1950, Louis Kervran, desenvolveu trabalhos sobre transmutação de elementos à baixa energia. Sobre esta teoria, o autor descreve:

A teoria de Kervran explica fenômenos existentes na natureza, como por exemplo, a quantidade de cálcio existente no pinto descascado é maior do

que a quantidade de Ca existente no ovo, antes de chocá-lo. Para comprovar isto, comparou-se a quantidade de Ca do ovo com teor desse elemento no pinto recém-descascado, desprezando-se o Ca da casca, que não varia. Verificou-se um aumento de 4,92 vezes para o Ca do pinto em relação ao ovo. Foi controlada a composição da casca, então houve alteração em seu teor de Ca, o que significa que o aumento do Ca foi devido a uma transmutação (MACHADO, 2004, p. 49).

Também sobre este assunto, Netto et al (2001), fazem referências:

As transmutações biológicas ocorrem pelas trocas de partículas de C, O, H (elementos essenciais da química orgânica) a nível nuclear, sem qualquer produção ou absorção de quantidades detectáveis de energia. O processo ocorre de forma diferenciada às reações puramente químicas ou físicas, sendo uma propriedade do metabolismo da matéria viva, e assim uma forma de obtenção de elementos em grande quantidade com baixo custo energético (NETTO et al., 2001, p. 7).

Segundo os fatos antes descritos, existem possibilidades de conduzir a agricultura pela produção sustentável. Dados divulgados pela pesquisa relatam que a agricultura ecológica, atualmente, é uma realidade concreta, com êxito destacado em vários países:

O êxito da agricultura sustentável foi demonstrado concretamente em um exame de 208 projetos e iniciativas em 52 países. Aproximadamente 8,98 milhões de agricultores adotaram práticas de agricultura sustentável em 28,92 milhões de hectares na África, Ásia e América Latina. Em Madagascar, um sistema de intensificação do arroz melhorou os rendimentos 2t/ha a 5, 10 ou 15 t/ha, sem recorrer à compra de agrotóxicos ou fertilizantes (GRUPO DE CIÊNCIA INDEPENDENTE, 2004).

Exemplo milenar são os agroecossistemas tradicionais da região do Lago Taí na China, um modelo valioso que sustenta produtividade

constante por mais de nove séculos, sem degradar as bases ecológicas (ELLIS; WANG, 1997).

O cultivo do arroz irrigado no sistema ecológico disponibiliza alimentos obtidos em agroecossistemas ambientalmente equilibrados e férteis, ajudando a manter livre de substâncias químicas tóxicas o ar, o solo e a água (MATTOS, et al, 2002).

Projetos com produção sustentável do arroz manifestaram redução dos agrotóxicos sem aumento das pragas nas lavouras, em termos gerais no Sudoeste Asiático, 100 mil produtores de arroz, que adotaram manejo integrado de pragas aumentaram substancialmente os rendimentos, ao mesmo tempo em que eliminaram o uso de agrotóxicos. Na Coreia, os pesquisadores relataram que a não utilização de agrotóxicos nos arrozais favorece o desenvolvimento da carpa oriental (*Misgurnus mizolepis*), que controla os mosquitos responsáveis pela disseminação da malária e da encefalite japonesa (GRUPO DE CIÊNCIA INDEPENDENTE, 2004).

Entre as tecnologias utilizadas visando à produção orgânica de arroz irrigado no sistema pré – germinado, destacam-se práticas como a rizipiscicultura que consiste no cultivo associado de arroz com peixes. Trata-se de uma prática eficiente que reduz a infestação de plantas indicadoras, especialmente o arroz vermelho e capim-arroz e a infestação de pragas. Porém a rizipiscicultura exige um ajuste na infraestrutura, como construção de refúgio, reforço e elevação das taipas, está na dependência de água de boa qualidade. Além disso, os locais escolhidos para essa técnica devem estar livres de inundações periódicas, assim como os predadores podem dificultar o processo (NOLDIN et al, 2003).

Outra prática ecológica eficiente é a criação de marrecos-de-pequim (*Anas spp*), antecedendo o plantio de arroz.

A leguminosa *Azolla spp*, junto ao arroz, destaca-se pelo fornecimento de nitrogênio, substituindo o uso dos adubos nitrogenados sintéticos (NOLDIN et al., 2004).

O arroz irrigado produzido ecologicamente deve ser produzido e processado de acordo com padrões estabelecidos e medidas de controle. Os agricultores que ajustam os sistemas produtivos às normas de produção orgânica enquadram-se em procedimentos de certificação. As entidades certificadoras precisam garantir e administrar um programa de monitoramento do produto orgânico e processamento, de acordo com a regulamentação vigente (MATTOS et al., 2002).

Um argumento a ser contraposto a agricultura convencional é em relação à escala de produção, onde surge a seguinte questão: é possível alimentar a humanidade com a produção ecológica?

Primeiro existe uma realidade posta: durante a crise alimentar de 2007, houve colheita recorde de cereais. Contudo, os famintos no mundo aumentaram para quase um bilhão. Portanto é possível sim produzir alimentos em escala para suprir as necessidades da população, os exemplos da produção ecológica de arroz ecológico produzido nos assentamentos do RS são a prova.

Para a produção ecológica os exemplos significativos para desenvolvimento futuro devem ter níveis relativamente altos de produtividade, na mesma ordem de magnitude, como aqueles de sistemas modernos no mesmo ambiente. Portanto deve haver evidência da produtividade contínua no agroecossistema, sem declínio ou abandono por um período de muitos séculos. Os sistemas não devem mostrar nenhum sinal de degradação ambiental. Nesse caminho a agricultura tradicional mais produtiva e ecologicamente sustentável do mundo são os sistemas com base no arroz do leste asiático da planície do Kanto e Kikig, o delta do Rio Vermelho do Vietnam e o Delta Yangtze, a bacia Chengdu e Delta Zhujiang (Rio Perola) da China. As mais altas densidades populacionais e as civilizações de maior tempo de vida são encontradas nessas regiões (ELLIS; WANG, 1997).

5.1 ORIENTAÇÕES PARA OS ASSENTAMENTOS DE QUERÊNCIA DO NORTE

A primeira conclusão deste trabalho é a afirmação da possibilidade da produção ecológica do arroz irrigado. Embora se tratando de ambientes com características edafoclimáticas diferenciadas e, portanto, sem uma receita pronta, mas por outro lado com a experiência relatada pelos agricultores, permite as seguintes orientações:

Em primeiro plano deve ser elaborado um diagnóstico que contemple a potencialidade de produção de arroz irrigado da região, com apontamentos da insustentabilidade de produção de arroz nas condições atuais, usando como ferramenta os custos de produção obtidos a partir deste trabalho e os onerosos custos ambientais gerados pela produção convencional. A elaboração do diagnóstico deve ser garantida pelo Setor de Produção Cooperação e Meio Ambiente a nível de Estado, envolvendo toda a equipe técnica local. Como suporte os órgãos estaduais (ambientais e pesquisa) devem também assumir seu papel no processo.

Segundo as entidades, como o IAPAR, devem sair do anonimato e, através da pesquisa e compilação de dados, auxiliarem a assistência técnica local e os agricultores.

É necessário que a assistência técnica incorpore e assuma o compromisso de iniciar, junto aos agricultores, experiências práticas que contemplem as técnicas com arroz pré-germinado, rizipiscicultura, uso de marrecos de Pequim, e experiências com a produção biodinâmica de arroz irrigado.

Um dos objetivos específicos deste trabalho é propor uma técnica sustentável para produção do arroz irrigado, possível de ser aplicada nos assentamentos de Querência do Norte.

Cumprir este objetivo é, na minha perspectiva de visão, relevante sob cinco aspectos:

1. Pela razão política de contribuir no desenvolvimento da agroecologia e pela realização de uma reforma agrária completa.
2. Dar sustentabilidade econômica e ambiental aos agricultores envolvidos na produção de arroz irrigado e ao mesmo tempo respeitar a condição legal da APA.
3. Garantir a produção de alimentos limpos, culturalmente consumidos (arroz) e agregar produção de proteína de ótima qualidade (peixe).
4. Promover a produção ecológica de forma integrada e, nesse sentido, acrescentar a produção animal ao sistema.
5. Realizar um trabalho de forma cooperada.

Partindo do ultimo aspecto, a “cooperação”, os trabalhos devem ser iniciados pelos agricultores envolvidos nos trabalhos da rede Eco Vida, pois eles têm condições de contribuir no processo e de forma cooperada avançar na produção de arroz ecológico.

É importante ressaltar que a técnica proposta deve ser construída trabalhando com as potencialidades locais, e assim invertendo os problemas em soluções e nessa direção propõe-se a rizipiscicultura, que deve ser experimentada nos três sistemas citados neste trabalho: sistema básico; sistema alternativo 1 e sistema alternativo 2.

6 CONCLUSÕES

As experiências analisadas permitem concluir que a produção de arroz ecológico irrigado pode ser realizada exitosamente em qualquer escala.

A experiência do GGAE tem um elemento central e relevante: a cooperação. O grupo demonstra que quando a produção é realizada no contexto da agricultura familiar, a cooperação, pode constituir-se como uma ferramenta organizativa relevante, com capacidade para realizar a gestão de toda a cadeia produtiva, grande potencial de superar os limites e oferecer resultados competitivos e qualificados.

Os insumos de síntese química, fertilizantes solúveis, agrotóxicos podem ser dispensados ou substituídos.

A água é um recurso natural fundamental na produção do arroz irrigado, a estratégia de gestão de recurso hídrico, como a criação do Distrito de Irrigação em Viamão, é eficiente na organização do uso racional da água pelos agricultores, atendendo as exigências da cultura, sem comprometer a qualidade dos recursos hídricos e do ecossistema.

A sistematização das áreas [associada](#) ao cultivo com sementes pré-germinadas e manejo correto de lâmina de água de irrigação são manejos eficientes no controle de plantas indicadoras e parasitas. A irrigação intermitente pode contribuir para a redução do gás metano.

O sistema consorciado de arroz e peixe, rizipiscicultura, favorece o arroz pelo controle de plantas indicadoras e pela redução de parasitas no solo, como moluscos e insetos prejudiciais. O trabalho dos peixes reduz o uso de máquinas. Outro benefício é a produção de proteína animal a baixo custo. A venda dos peixes incrementa a renda dos agricultores. Visando a grande contribuição que a rizipiscicultura pode contribuir para a produção ecológica do arroz. Entretanto pesquisas devem ser realizadas para controlar os problemas com predadores.

O uso de marrecos de Pequim pode contribuir na redução de plantas indicadoras.

Há uma deficiência de pesquisa pelos órgãos oficiais na área de arroz ecológico.

É indispensável a formação de técnicos capazes de orientar a produção do arroz ecológico.

Como se viu ao longo do texto, não há receitas, pois as condutas e os tempos variam de acordo com as circunstâncias de cada lavoura. Por isso, é indispensável a observação dos agricultores para atuarem de acordo com cada situação.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D. et al. A. Potencial de emissão de metano em lavouras de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.6, p. 1073-1081, 2002.
- AGOSTINETTO, D. et al. Arroz Vermelho: ecofisiologia e estratégia de controle. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 341-349, 2001.
- AGRONORTE. **Produção Nacional de Arroz Irrigado**. Disponível em: <<http://www.agronorte.com.br>>. Acesso em 10 out. 2010.
- BECKER, D. **Delfino Becker**: depoimento [2 set. 2008; 14 out. 2008; 29 nov. 2008; 15 dez. 2008; 15 mar. 2009; 2 jun. 2009; 10 set. 2009; 12 dez. 2009 e 2 fev. 2010]. Entrevistadora: Sandra Mara de Oliveira Soares Escher. Querência do Norte, 2010.
- BELTRAME, M. A. **Diversidade de aves e pequenos mamíferos na lavoura de arroz irrigado**. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agrosistemas)-Centro de Ciências Agrárias, UFSC, Florianópolis, 2006.
- BESKOW, P. R. **O arrendamento capitalista na agricultura**: evolução e situação atual da economia do arroz no Rio Grande do Sul. São Paulo: Hucitec; Brasília, DF: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1986.
- BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. **Mapa de Solos do Estado do Paraná**: legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Florestas: Embrapa Solos: Instituto Agrônômico do Paraná, 2008.
- BOEF, W. S. Biodiversidade e agrobiodiversidade. In: BOEF, W. S. et al. (Org.). **Biodiversidade e agricultores**: fortalecendo o cultivo comunitário. Porto Alegre: L&PM, 2007. p. 36-40.
- BOLL, M. G. et al. Rizipiscicultura. In: EPAGRI. **A cultura do arroz irrigado**: pré- germinado. Florianópolis, 2002. p. 257-271.
- BONILLA, J. A. **Fundamentos da agricultura ecológica**: sobrevivência e qualidade de vida. São Paulo: Nobel, 1992.

BOZA, A. **Ailton Boza**: depoimento [5 mar. 2009]. Entrevistadora: Sandra Mara de Oliveira Soares Escher. Nova Santa Rita, 2009.

BRASIL colhe mais arroz diante do mundo em crise. **Revista Planeta Arroz**, Porto Alegre, n. 26, p. 7-8, 2008.

BROWN, L. R. **Semillas de Cambio**: la revolucion verde y los progresos agrícolas para la decada del setenta. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur, 1970.

BRUM, A. J. **Modernização da agricultura**: trigo e soja. Ijuí: Vozes, 1988.

CADORE, E. **Edson Cadore**: depoimento [20 maio 2008; 6 mar. 2009]. Entrevistadora: Sandra Mara de Oliveira Soares Escher. Viamão. 2009.

CASTRO, E. M. de et al. Melhoramento do arroz. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: novas bases de uma prevenção contra doenças e parasitas: a teoria da trofobiose. São Paulo: Expressão Popular, 2006.

CHOMENGO, L. Conflitos de usos entre recursos naturais e agricultura irrigada. 2002. In: **Levantamento bibliográfico do uso da água na cultura do arroz irrigado (1997-2006)**. Porto Alegre: IRGA. [2006]. 1 CD – ROM. p. 11-13.

COMAFEN (CONSORCIO INTERMUNICIPAL DA APA FEDERAL DO NOROESTE DO PARANÁ). **Zoneamento ecológico-econômico da Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná**. Maringá: ITCA, 2000.

CONAB (COMPANIA NACIONAL DE ABSTECIMENTO). **Custo de produção estimado para agricultura familiar**: Arroz irrigado – motobomba. Querência do Norte, 2010.

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). Resolução nº 010 de 14 de dezembro 1988. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 out. 1989, Seção II, p. 13.660, Poder Executivo.

COTRIM, D. et al. **Agricultura Sustentável: rizipiscicultura**. Manual prático. Porto Alegre: EMATER/RS, 2001. p. 6-20.

COVAZIN, E. Experiência com a Rizipiscicultura. In: SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA, 28 jun. 2009. Viamão: Centro Formação Filhos de Sepé, 2009.

CURSO DE CAPACITACIÓN EM MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL ARROZ, 2., 2007, Chillan. **Fisiología del arroz y mejoramiento**. Chillan, 2007.

DUFRENÓY, J. Le traitement du sol, désinfection, amendement, fumure, en vue de combattre chez les plantes agricoles de grande culture les affections parasitaires et les maladies de carence. **Ann Agron. Suisse**, p. 680-728, 1936.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 1999.

ELLIS, E. C.; WANG, S. M. Sustainable Traditional Agriculture in the Lake Region of China. **Agriculture Ecosystems & Environment**. v. 61, n° 2-3, p. 177-193, 1997.

EMBRAPA, Centro de pesquisa de terras baixas de clima temperado. **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Campinas: Fundação Cargill, 1985.

EMBRAPA. **Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/index.htm>>. Acesso em: 15 ago. 2009. p. 1-5.

EPAGRI. **A cultura do arroz irrigado pré germinado**. Florianópolis, 2002.

FUKUOKA, M. **Agricultura natural: teoria e prática da filosofia verde**. São Paulo: Nobel, 1995.

FUKUOKA, M. **The One-Straw Revolution: an introduction to natural farming**. Emmaus: Rodale Press, c1978.

FURTADO, R. D.; DE LUCA, S. J. Dinâmica ambiental de nutrientes na água durante o período de irrigação, em três técnicas de cultivo do arroz. (*Oryza Sativa* L). 2002. In: **Levantamento bibliográfico do uso da água na cultura do arroz irrigado(1997-2006)**. Porto Alegre: IRGA. [2007]. 1 CD – ROM. p.772-774.

GABINETE DA REFORMA AGRÁRIA E COOPERATIVISMO.
Mapa dos Assentamentos no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2003.
1 mapa, color., 42 x 60 cm. Escala 1:20000.

GADEA, A. D. C. **Athos Dias de Castro Gadea**: depoimento [9 jun 2009]. Entrevistadora: Sandra Mara de Oliveira Soares Escher. Cachoeirinha. 2009.

GÊNESE, morfologia e classificação do solo. Disponível em:
<<http://www.scielo.br>>. Acesso em 10 fev., 2009.

GENRO, S. A. et al. Contribuição de nutrientes pela água de irrigação do rio Gravataí do Capané para a cultura do arroz irrigado. 2005. In: **Levantamento bibliográfico do uso da água na cultura do arroz irrigado (1997-2006)**. Porto Alegre: IRGA. [2007]. 1 CD – ROM. 3p.

GLIESSMAN, S. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2001.

GRUPO DE CIÊNCIA INDEPENDENTE. **Em defesa de um mundo sustentável sem transgênico**. São Paulo: Expressão Popular, 2004.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, W. K.; BARBOSA FILHO, M. P. B. Como a planta de arroz se desenvolve. **Arquivo do Agrônomo**, Lavras, n. 13. p. 1-12, set., 2002. Encarte de: Informações Agrônomicas nº 99.

GUTERRES, I. **Agroecologia Militante**: contribuições de Enio Guterres. São Paulo: Expressão Popular, 2006.

HARACENKO, A. A. S. **Querência do Norte**: uma experiência de colonização e reforma agrária no Noroeste Paranaense. Maringá: Massoni, 2002.

HENKLAIN, J. C. (Org.). **Potencial de uso agrícola das áreas de várzea do estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1994.

HOBBELINK, H. **Biotecnologia**: muito além da revolução verde: desafio ou desastre. Porto Alegre: Fundação Juquira Candiru, 1990.

HOWARD, Sir Albert . **Um testamento agrícola**. São Paulo: Expressão Popular, 2007.

IAPAR. **Cartas Climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, 1994.

IAPAR. **Manual agropecuário para o Paraná**. Londrina, 1976.

IBAMA. 2000. **Banhados**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 11 nov. 2009. p.83-95.

IBGE. **Resultado da safra 2009-2010 da cultura do arroz irrigado no Brasil**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 jun. 2010.

INCRA. Coordenadoria Regional do Rio Grande do Sul. **Aspectos gerais do clima do Estado**. Porto Alegre, 1972. v. 1.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ (IRGA). **Marrecos de Pequim**. 2002. Disponível em: <<http://irga.rs.gov/index>>. Acesso em: 17 jun. 2010. p.1-2.

JULIANO, B. O. Rice starch: production, propertiers and uses. In: WHISTLER, R.L., MILLER, J.N.; PASCHALL, E.F. (Ed.). **Starch**: chemistry and technology. 2. ed. Orlando: Academic Press, 1984. p. 507-527.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000.

LEMO, R. C. de. (Coord.). **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: MA-DNPA-DPP, 1973. (Boletim técnico n.30).

MACEDO, D. et al. Nutrientes nas águas para irrigação do arroz na região sul do RS. 2002. In: LEVANTAMENTO bibliográfico do uso da água na cultura do arroz irrigado (1997-2006). Porto Alegre: IRGA. [2006]. 1 CD-ROM. 3 p.

MACEDO, V. R. M. A lavoura de arroz irrigado no RS: qualidade da água e racionalização do uso. 2005. In: LEVANTAMENTO bibliográfico do uso da água na cultura do arroz irrigado (1997-2006). Porto Alegre: IRGA. [2006]. 1 CD-ROM. 78 p.

MACEDO, V. R. M. et al. **Manejo da água e da adubação para maior sustentabilidade da lavoura de arroz pré-germinado no RS.** Cachoeirinha: IRGA, 2007.

MACHADO, F. P. **Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul.** Rio de Janeiro: IBGE, 1950.

MACHADO, L. C. P. M. **Agricultura sustentável:** aula ministrada em 28 maio 2008. Viamão: Centro Formação Filhos de Sepé, 2008.

MACHADO, L. C. P. M. **Pastoreio racional voisin:** tecnologia agroecológica para o terceiro milênio. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2004.

MACHADO, S. L. O. Consumo e qualidade da água na lavoura do arroz irrigado. 2002. In: LEVANTAMENTO bibliográfico do uso da água na cultura do arroz irrigado(1997-2006). Porto Alegre: IRGA. [2006]. 1 CD-ROM. p. 5-10.

MACHADO, S. L. O. et al. Lavoura arrozeira e recursos hídricos. 2003. In: LEVANTAMENTO bibliográfico do uso da água na cultura do arroz irrigado(1997-2006). Porto Alegre: IRGA. [2006]. 1 CD-ROM. 10 p.

MARCHEZAN, E. et al. Produção Integrada de Arroz e Peixe. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2 , p. 411-417, 2006.

MARCHEZAN, E. M. et al. Consumo de água e desempenho de cultivares de arroz irrigado em diferentes sistemas de cultivo. Informe Técnico, n.3, 2005. In: LEVANTAMENTO bibliográfico do uso da água na cultura do arroz irrigado (1997-2006). Porto Alegre: IRGA. [2006]. 1 CD-ROM. 10 p.

MEIHY, J. C. S. B. **Manual de história oral.** São Paulo: Loyola, 1996.

MÉNDEZ DEL VILLAR, P. Tendências da produção e do comércio mundial do arroz. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE

ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7, 2002. **Anais...** Florianópolis, Embrapa, 2002. p. 111-114.

MEZZONO, R. F. **Irrigação contínua e intermitente em arroz irrigado: uso da água, eficiência agrônômica e dissipação de Imazethapyr, Umazapic e Fipronil**. 2009. 60 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009.

NANNI, M. R. **Estudo e diagnóstico da qualidade físico-químico da água utilizada para consumo humano e animal em área de cultivo de arroz por sistema de inundação**. Maringá, UEM, 2008. Relatório final de pesquisa.

NETTO, J. M. M. et al. Síntese e análise de: KERVRAN, C. L. **Transmutations a faible energie**. Florianópolis: UFSC, 2001. Texto digitado. 23 p.

NOLDIN, J. A. et al. Algumas recomendações para a produção de arroz irrigado com baixo impacto ambiental. Florianópolis: Epagri, 2003. (Boletim Didático,52).

NOLDIN, J. A. et al. Produção agroecológica de arroz irrigado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.25, n. 222, p.77-83, 2004.

NOLDIN, J. A.; RAMOS, M. G. Períodos de cultivo da *Azolla* e seus efeitos sobre o rendimento do arroz irrigado em Santa Catarina. In: REUNIAO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 12., 1983, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1983.

ORTON, Liz. **Os campos assassinos: o efeito dos agrotóxicos na saúde publica do Terceiro Mundo**. 2006.

PETTINE, L. J.; RIBEIRO, M. O. A. **Controle Biológico de Pragas e Invasoras do Arroz Irrigado com o Marreco-de-Pequin**. Restinga Seca: EMATER/RS-ASCAR, 2005.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. **MB-4: agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes**. Poá: Fundação Juquira Candiru, 1996.

PINHEIRO, S.; NASR, N. Y.; LUZ, D. **A agricultura ecológica e a máfia dos agrotóxicos no Brasil**. Porto Alegre: Edição dos Autores, 1993.

PROCHNOW, R.; Alternativas tecnológicas para a produção de arroz orgânico. Florianópolis, 2002. 193 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas)-Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

RABELO, R.; BRONDANI, C.; RANGEL, P. H. N. Arroz: Bom alimento que pode ser melhorado, em arroz irrigado. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ - RENAPA, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 25-28. (Documentos, 134).

RAMOS, M. G. et al. **Manual de produção do arroz irrigado**. Florianópolis: EMPASC, 1985.

RANGEL, P. H. N.; GUIMARÃES, E. P.; NEVES, P. C. Base genética do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 31, n.5, p. 349-357, maio, 1996.

SALISBURY, F.; CLEON W. R. **Fisiologia Vegetal**. México: Grupo Editorial Iberoamêrica, 1991.

RIO GRANDE DO SUL. Secretária Estadual do Meio Ambiente (SEMA). **Bacias Hidrográficas do RS**. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov>>. Acesso em: 20 abr. 2008.

SEMINÁRIO DO ARROZ AGROECOLÓGICO, 9., 2010, Eldorado do Sul. **Anais...** Eldorado do Sul, 2010.

SERRANO, A. **Monitorando o Cuidado**: análise do registro hospitalar de Câncer do CEPON, de 2000 a 2002. Florianópolis: SES/SC, Insular, 2007.

SHIVA, V. O futuro da biodiversidade. New York: Thames & Hudson, 2000.

SOSBAI (SOCIEDADE SUL BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO). **Sugestões para a produção de arroz irrigado com baixo impacto ambiental.** Cachoeirinha, 2004.

SOSBAI (SOCIEDADE SUL BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO). Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27., 2007, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves, 2007.

SOSBAI (SOCIEDADE SUL BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO). Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 28., Bento Gonçalves, 2010. **Anais...** Bento Gonçalves, 2010. p. 50-92.

TECNOLOGIAS TERMINATOR. **Boletim Informativo**, maio, 2008. Disponível em: < <http://www.terminartermintor.org>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

VOLKMANN, J.B. **João B. Volkmann**: depoimento [28 set. 2008; 5 mar. 2009). Entrevistadora: Sandra Mara de Oliveira Soares Escher. Sentinela do Sul, 2009.

WIDDOWSON, R.W. **Hacia una agricultura holística**: um enfoque científico. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1993.

ZANG, H.M. **Huli M. Zang**: depoimento [15 jun. 2008; 25 set. 2008; 4 mar. 2009). Entrevistadora: Sandra Mara de Oliveira Soares Escher. Viamão, 2009.